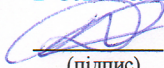


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК

 Д. М. Крицький
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Математичні методи моделювання і оптимізації процесів
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

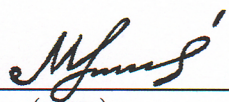
Спеціальність: 125 «Кібербезпека»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Безпека інформаційних і комунікаційних систем
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

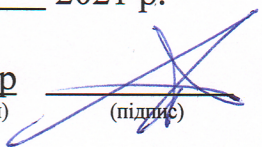
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: Морозова О. І., професор, д.т.н., доцент 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » 08 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор 
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) В. С. Харченко
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7,5	Галузь знань <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>125 «Кібербезпека»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Безпека інформаційних і комунікаційних систем</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання: <u>«Рішення завдання комівояжера за допомогою різних методів»</u>		Семестр
Загальна кількість годин: 48/225		<u>1-й</u>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6		Лекції*
		<u>32</u> години
		Практичні, семінарські¹⁾
		немає
		Лабораторні*
		<u>16</u> годин
		Самостійна робота
	<u>177</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 48/177.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: надання студентам необхідних знань, навичок та вмінь з отримання, обробки, зберігання та ефективного використання даних при створенні індустріальних IoT систем та пріоритетних напрямів їх розвитку.

Завдання: формування у студентів базових системних понять і навичок, цілісного бачення сучасного рівня основних характеристик проектування та розроблення індустріальних IoT систем; формування знань і навичок володіння сучасними середовищами розробки, а також:

- вивчити базові поняття щодо моделювання систем (процесів);
- вивчити методику аналітичного дослідження інформаційних систем за допомогою апарату Марківських випадкових процесів;
- вивчити принципи імітаційного моделювання інформаційних систем, що описуються моделями масового обслуговування;
- вивчити базові положення теорії оптимізації (математичного програмування), а також можливості й принципи застосування систем комп'ютерної математики для рішення завдань оптимізації;
- вивчити базові алгоритми рішення завдань лінійної, нелінійної та дискретної оптимізації у тому числі за допомогою системи комп'ютерної математики MATLAB.

Компетентності, які набуваються:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність планувати та управляти часом;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність бути критичним і самокритичним;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність приймати обґрунтовані рішення;
- здатність розробляти та управляти проектами;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- базові знання фундаментальних наук в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін;
- вміння виявляти, аналізувати та вирішувати проблеми у професійній сфері.

Пререквізити – «Дискретна математика», «Навчальна практика», «Основи функціонування комп'ютерів», «Моделі та структури даних», «Архітектура комп'ютерів», «Операційні системи».

Кореквізити – «Інженерія ПЗ», «Комплексні системи комп'ютерної інженерії (КП)».

3. Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 «Методи математичного моделювання»

Тема 1. Вступ до дисципліни

Предмет, мета вивчення й завдання дисципліни. Структура та зміст дисципліни й методичні рекомендації щодо її вивчення. Міждисциплінарні зв'язки. Програмні компетентності й результати навчання. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації.

Тема 2. Базові положення й принципи математичного моделювання

Поняття про математичні моделі (ММ) й математичне моделювання. Вимоги до ММ систем і процесів. Класифікація систем (процесів) з точки зору побудови ММ. Принципи побудови ММ. Характеристика основних етапів побудови ММ. Верифікація та валідація ММ. Критерії якості ММ.

Тема 3. Імітаційне моделювання систем

Сутність імітаційного моделювання. Характеристика основних етапів імітаційного моделювання. Принципи побудови моделюючих алгоритмів (моделювання із постійним кроком та моделювання за особистими станами).

Тема 4. Аналітичне моделювання систем

Моделювання на основі систем масового обслуговування (СМО). Моделювання систем на основі математичного апарату Марківських процесів.

Тема 5. Інтелектуальні агенти

Мультиагентні системи. Поняття «агент». Структура агентів. Взаємодія агентів. Агенти засновані на знаннях. Інтелектуальні агенти.

Тема 6. Машинне навчання

Основні поняття. Загальна постановка завдання навчання по прецедентах. Метричні методи класифікації. Вирішальні дерева. Лінійні методи класифікації. Метод опорних векторів. Логістична регресія. Баєсові методи класифікації. Наївний баєсів класифікатор.

Тема 7. Нейронні мережі

Нейробіологія. Нейронні мережі. Типи нейронних мереж. Формальний нейрон. Види активаційних функцій. Навчання нейронної мережі. Алгоритми навчання нейронних мереж. Перцептрон. Робота багатошарового перцептрона.

Модульний контроль

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 «Методи оптимізації»

Тема 8. Загальна характеристика методів оптимізації

Постановка задачі оптимізації. Особливості оптимізаційного підходу з точки зору проблематики прийняття рішень. Приклад, що ілюструє перехід від вербальної постановки задачі оптимізації до її формальної постановки. Класифікація і загальна характеристика задач оптимізації. Можливості програмного середовища MATLAB щодо рішення задач оптимізації.

Тема 9. Нелінійна оптимізація

Класифікація та загальна характеристика методів рішення задач нелінійної оптимізації. Постановка задачі квадратичного програмування. Безумовна нелінійна оптимізація: метод найшвидшого спуску. Умовна нелінійна оптимізація: метод невизначених множників Лагранжа.

Тема 10. Лінійна оптимізація

Базові поняття з області лінійного програмування: приклади задач лінійного програмування (ЗЛП); основна ЗЛП та умови наявності у неї допустимого рішення; ЗЛП з обмеженнями-нерівностями та перехід від неї до канонічної форми ЗЛП. Геометрична інтерпретація ЗЛП.

Тема 11. Дискретна оптимізація

Загальна постановка задачі дискретної оптимізації. Постановка найбільш розповсюджених задач дискретної оптимізації (задача про призначення, задача про рюкзак, задача комівояжера, задача про покриття множини) та особливості методів та алгоритмів їх вирішення.

Тема 12. Динамічне програмування

Загальна ідея і область застосування методу динамічного програмування. Постановка задачі динамічного програмування. Вирішення задач комбінаторної оптимізації методом динамічного програмування (визначення критичних шляхів мережі, задача оптимального розподілу ресурсів, задача комівояжера).

Тема 13. Рішення задач оптимізації за допомогою генетичних алгоритмів

Загальна ідея і області застосування генетичних алгоритмів (ГА). Класичний ГА. Приклад використання простого ГА для рішення задач оптимізації. Характеристика можливостей ГА щодо рішення оптимізаційних задач.

Тема 14. Рішення задач оптимізації за допомогою мурашиних алгоритмів

Біологічні принципи поведінки мурашиної колонії. Історія створення мурашиних алгоритмів. Концепція мурашиних алгоритмів. Узагальнений алгоритм. Етапи виконання завдання за допомогою мурашиних алгоритмів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Методи математичного моделювання					
Тема 1. Вступ до дисципліни	14	2	-	2	10
Тема 2. Базові положення й принципи математичного моделювання	14	2	-	-	12
Тема 3. Імітаційне моделювання систем	18	2	-	2	14
Тема 4. Аналітичне моделювання систем	17	2	-	-	15
Тема 5. Інтелектуальне моделювання	15	2	-	2	11
Тема 6. Машинне навчання	15	2	-	-	13
Тема 7. Нейронні мережі. Модульний контроль	21	4	-	2	15
Разом за змістовим модулем 1	114	16	-	8	90
Змістовий модуль 2. Методи оптимізації					
Тема 8. Загальні характеристики методів оптимізації	13	2	-	-	11
Тема 9. Нелінійна оптимізація	20	2	-	4	14
Тема 10. Лінійна оптимізація	12	2	-	-	10
Тема 11. Дискретна оптимізація	16	2	-	2	12
Тема 12. Динамічне програмування	17	2	-	-	15
Тема 13. Рішення задач оптимізації за допомогою генетичних алгоритмів	17	2	-	2	13
Тема 14. Рішення задач оптимізації за допомогою мурашиних алгоритмів. Модульний контроль	16	4	-	-	12
Разом за змістовим модулем 2	111	16		8	87
Контрольний захід	-	-	-	-	-
Усього годин за дисципліною	225	32	-	16	177

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено.</i>	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено.</i>	
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання програмного середовища MATLAB в режимі прямих обчислень і основи роботи з редактором М-файлів.	2
2	Імітаційне моделювання складова, розподільчих центрів з використанням системної динаміки в NetLogo.	2
3	Використання мультиагентної середовища NetLogo для моделювання оптимізаційних задач.	2
4	Реалізація нейронечіткого виведення в системі ANFIS в середовищі MATLAB	2
5	Рішення задач нелінійної оптимізації з використанням пакета Optimization Toolbox програмного середовища MATLAB.	4
6	Рішення задач дискретної оптимізації з використанням пакета Optimization Toolbox програмного середовища MATLAB.	2
7	Генетичний алгоритм та його реалізація в середовищі MATLAB	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи статистичної обробки і аналізу результатів	10

	обчислювального експерименту.	
2	Порівняльна характеристика методів дослідження ММ.	12
3	Приклади використання імітаційного моделювання.	14
4	Імітаційне моделювання систем масового обслуговування за допомогою програмної системи GPSS.	15
5	Середовище моделювання мультиагентних систем NetLogo.	11
6	Ранжування в машинному навчанні.	13
7	Пакет Neural Network Toolbox.	15
8	Пакети Optimization Toolbox і Global Optimization Toolbox.	11
9	Умовна нелінійна оптимізація: метод невизначених множників Лагранжа. Рішення задач нелінійної оптимізації в середовищі EXCEL.	14
10	Симплекс-метод рішення задачі лінійного програмування: загальна ідея симплекс-методу та її зв'язок з геометрично інтерпретацією ЗЛП, стандартна форма представлення загальної ЗЛП, алгоритм рішення ЗЛП симплекс-методом. Рішення задачі лінійного програмування на основі табличного алгоритму симплекс-методу: узагальнений алгоритм рішення ЗЛП за допомогою симплекс-таблиць, алгоритм пошуку припустимого рішення ЗЛП, алгоритм пошуку оптимального рішення ЗЛП. Геометрична інтерпретація ЗЛП. Двойствена задача ЛП та двойственный симплекс-метод. Транспортна модель задачі лінійної оптимізації. Угорський метод рішення задачі про призначення. Параметричне лінійне програмування. Рішення задач лінійної оптимізації в середовищі EXCEL.	10
11	Алгоритми рішення задачі цілочисельної лінійної оптимізації за допомогою методів гілок та границь та Гоморі. Послідовність рішення задачі цілочисельного лінійного програмування за допомогою методу відсікання Гоморі. Сутність методу гілок та границь.	12
12	Рішення задачі оптимального розподілу ресурсів методом динамічного програмування.	15
13	Використання генетичних алгоритмів для рішення оптимізаційних задач на графах.	13
14	Застосування мурашиних алгоритмів для задачі комівояжера. Області застосування і можливі модифікації. Переваги та недоліки мурашиних алгоритмів.	12
	Разом	177

9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання не передбачені.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту. Виконання індивідуального завдання: «Рішення завдання комівоєжера за допомогою різних методів», а саме:

- а) методом динамічного програмування (частина 1);
- б) методом гілок і границь (частина 2);
- в) жадібним методом (частина 3).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт. Своєчасність та виконання всіх завдань лабораторної роботи оцінюється у максимальну оцінку 5 балів.	0...5	4	0...20
Модульний контроль складається з трьох блоків: перший блок – розгорнута відповідь на одне питання (максимум 10 балів), другий блок – п'ять тестових питань по 1 балу, третій блок – п'ять визначень по 2 бали.	0...25	1	0...25
Змістовий модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт. Своєчасність та виконання всіх завдань лабораторної роботи оцінюється у максимальну оцінку 5 балів.	0...5	3	0...15
Модульний контроль складається з трьох блоків: перший блок – розгорнута відповідь на одне питання (максимум 10 балів), другий блок – п'ять тестових питань по 1 балу, третій блок – п'ять визначень по 2 бали.	0...25	1	0...25
Виконання індивідуального завдання. Своєчасність та виконання індивідуального завдання у повному обсязі оцінюється у максимальну оцінку 15 балів.	0...15	1	0...15
Усього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з одного теоретичного та одного практичного запитань, максимальна кількість за кожне із запитань, складає 50 балів.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 – 74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 – 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Морозова О. І. Теоретичне введення до лабораторних робіт.
2. Морозова О. І. Лабораторні роботи.
3. Морозова О. І. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт. Електронний ресурс <https://khai.edu.ua/>, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:
 - робоча програма дисципліни;
 - конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
 - методичні вказівки та рекомендації для виконання лабораторних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
 - питання, тести для контрольних заходів;
 - каталоги інформаційних ресурсів.

14. Рекомендована література

Базова

1. Paul Deitel, Harvey Deitel. Intro to Python for Computer Science and Data Science: Learning to Program with AI, Big Data and The Cloud. – Pearson Education, 2019. – 864 p.
2. Моделювання та оптимізація систем: підручник / [Дубовой В. М., Кветний Р. Н., Михальов О. І., Усов А. В.]. – Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
4. Бейко І. В., Зінько П. М., Наконечний О. Г. Задачі, методи і алгоритми оптимізації: навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2011. – 624 с.
5. Крутовий Ж. А., Любар С. В., Манжос Н. В. Оптимізація технологічних процесів. Частина 1. Математичне моделювання: навчальний посібник. — Харків: ХДУХТ, 2011. — 300 с.

Допоміжна

1. Tariq Rashid. Make Your Own Neural Network. – CreateSpace, 2016. – 222 p.
2. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль: ТНЕУ “Економічна думка”, 2008. – 704 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт Національної бібліотеки України імені Вернадського. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua.