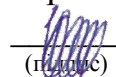


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра №405 «Вищої математики та системного аналізу»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Ніколаєв О.Г.
(ініціали та прізвище)

« 25 » червня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**НЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ
СКЛАДНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ**

(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 124 «Системний аналіз»
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма: «Системний аналіз і управління»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

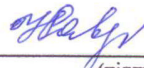
Харків 2021 рік

Робоча програма «Нечітке моделювання та оптимізація складних систем та процесів» для студентів за спеціальністю
(назва дисципліни)

«124 «Системний аналіз» освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 11 » червня 2021 р. – 11 с.

Розробник: к.ф.-м.н., доцент кафедри вищої математики та системного аналізу
Савченко Н.В.



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та системного аналізу.

Протокол № 11 від « 25 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри, д.ф.-м.н., професор



(підпис)

О.Г. Ніколаєв

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
			Денна форма навчання	
Кількість кредитів — 5/2		Галузь знань: <u>12 «Інформаційні техноло- гії»</u> (шифр і назва)	Обов’язкова	
Модулів – 3			Рік підготовки (2021-2022 н.р.):	
Змістових модулів – 3				
Індивідуальне науково-дослідне завдання: <u>розрахункові роботи</u> (Семестр 1 — 0, Семестр 2 — 1)		Спеціальність: <u>124 «Системний аналіз»</u> (шифр і назва)	1-й	1-й
			Семестр	
			1-й	2-й
Загальна кількість годин – 40 (40/210)		Освітня програма: <u>Системний аналіз і управ- ління</u>	Лекції	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання			-	24 год.
Семестр 1			Практичні	
-	-		-	-
Семестр 2			Лабораторні	
			-	16 год.
Аудиторних — 2,5 год.	Самостійна робота студента — 10,625 год.	Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	Самостійна робота	
			-	110 год. + 60 год
			Індивідуальна робота	
			-	-
			Вид контролю	
			Іспит, диф.залік	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 40/170.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – отримання знань, умінь і навичок з моделювання та оптимізації складних систем і процесів; підготовка здобувачів до дослідної та проектної діяльності за спеціальністю.

Завдання - опрацювання понятійного апарату, основних теоретичних положень і методів нечіткого моделювання і оптимізації складних систем і процесів та прищеплення навичок застосування теоретичних знань для розв'язання практичних задач.

Компетентності, що набуваються:

Інтегральна компетентність - здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у галузі системного аналізу.

Загальні компетентності:

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).
2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК3).
3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності) (ЗК4).
4. Здатність розробляти проекти та управляти ними (ЗК5).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

1. Здатність інтегрувати знання та здійснювати системні дослідження, застосовувати методи математичного та інформаційного моделювання складних систем та процесів різної природи (СК1).
2. Здатність проєктувати архітектуру інформаційних систем (СК2).
3. Здатність оцінювати ризики, розробляти алгоритми управління ризиками в складних системах різної природи (СК4).
4. Здатність моделювати, прогнозувати та проєктувати складні системи і процеси на основі методів та інструментальних засобів системного аналізу (СК5).
5. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та прикладні проекти в галузі інформаційних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти (СК8).
6. Здатність до самоосвіти та професійного розвитку (СК10).

Очікувані результати навчання:

1. Спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері системного аналізу та інформаційних технологій і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень (РН1).
2. Вміння будувати та досліджувати моделі складних систем і процесів застосовуючи методи системного аналізу, математичного, комп'ютерного та інформаційного моделювання (РН2).
3. Розробляти та застосовувати методи, алгоритми та інструменти прогнозування розвитку складних систем і процесів різної природи (РН4).
5. Розробляти та застосовувати моделі, методи та алгоритми прийняття рішень в умовах конфлікту, нечіткої інформації, невизначеності та ризиків (РН9).

Пререквізити – Інформаційні технології та інтегровані системи управління, Методи оптимізації, Моделювання складних систем, Моделі і методи нечіткої логіки.

Кореквізити - Прийняття рішень при багатокритеріальному оцінюванні, Інтелектуальний аналіз даних.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Нечіткі алгоритми та їх застосування

Змістовий модуль 1. Різновиди нечітких алгоритмів

Тема 1. Елементи основ нечіткої логіки

Нечіткі алгоритми навчання. Алгоритми нечіткої оптимізації. Алгоритми нечіткого контролю і керування.

Модуль 2. Основи штучних нейронних нечітких мереж

Змістовий модуль 2. Нейронні мережі

Тема 2. Нейронні нечіткі мережі

Основи штучних нейронних мереж. Персептрони. Навчання персептрона. Навчання нечітких нейронних мереж на основі алгоритму з оберненим розповсюдженням помилки. Генетичні алгоритми.

Тема 3. Основи нечіткого моделювання складних систем і процесів

Знакові когнітивні карти. Нечіткі когнітивні карти Б. Коско, В. Силова. Нечіткі продукційні когнітивні карти. Нечіткі реляційні когнітивні карти.

Модульний контроль

Нечіткі мережі Петрі. Нечіткі байесовські мережі. Алгоритми нечіткої кластеризації. Нечіткі ситуаційні мережі.

Модуль 3. Нечіткі оптимізаційні задачі

Змістовий модуль 3. Нечіткі оптимізаційні задачі та багатокритеріальна оптимізація

Тема 4. Розв'язання нечітких оптимізаційних задач

Розв'язання задачі нечіткої оптимізації за Белманом-Заде. Проблеми багатокритеріальної оптимізації. Формування Парето-оптимальної множини розв'язків. Основні методи розв'язання багатокритеріальних задач: метод головного критерія, метод ідеальної точки, метод зв'язки критеріїв. Звуження множини Парето на основі інформації про відносну важливість критеріїв. Комбінаторна оптимізація на основі генетичних алгоритмів.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Семестр 2					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Різновиди нечітких алгоритмів					
Тема 1. Елементи основ нечіткої логіки		2	-	—	10
Разом за змістовим модулем 1		2	-	—	10
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Нейронні мережі					
Тема 2. Нейронні нечіткі мережі		8	-	4	20
Тема 3. Основи нечіткого моделювання складних систем і процесів		2	-	2	20
Модульний контроль	2	-	-	2	-
Разом за змістовим модулем 2		10	-	8	40
Модуль 3					
Змістовий модуль 3. Нечіткі оптимізаційні задачі та багатокритеріальна оптимізація					
Тема 3. Основи нечіткого моделювання складних систем і процесів		2	-	2	20
Тема 4. Розв'язання нечітких оптимізаційних задач		10	-	4	20
Модульний контроль	2	-	-	2	-
Разом за змістовим модулем 3		12	-	8	40
Індивідуальне завдання	20	—	—	—	20
Курсова робота	60	-	-	-	60
Семестровий контроль: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску)					
Разом за 2 семестр	210	24	-	16	170
Усього годин з дисципліни	210	24	-	16	170

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Персептрони. Навчання персептрона	2
2	Генетичні алгоритми навчання нейронних нечітких мереж	2
3	Побудова нечітких когнітивних карт	2
4	Модульний контроль	2
5	Формування Парето-оптимальної множини розв'язків	2
6	Звуження множини Парето на основі інформації про відносну важливість критеріїв	2
7	Комбінаторна оптимізація за допомогою генетичних алгоритмів	2
8	Модульний контроль	2

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Лінгвістична нечітка логіка (Тема 1)	10
2	Багатошарові штучні нейронні нечіткі мережі та їх навчання (Тема 2)	20
3	Нечіткі байесовські мережі. Алгоритми нечіткої кластеризації (Тема 3)	20
4	Нечіткі продукційні когнітивні карти (Тема 3)	20
5	Розв'язок задачі нечіткої оптимізації по Беллману-Заде (Тема 4)	20
6	Індивідуальне завдання	20
7	Курсова робота	60
8		
9		
10		
11		
12		
	Разом	170

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи на побудову нечіткої нейронної мережі за варіантами

10. Методи навчання

Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, лабораторних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання.

Методи навчання, що використовуються у процесі лекційних занять:

- лекція;
- лекція з елементами пояснення;
- ілюстрація наочних матеріалів;
- пояснення.

Методи навчання, що використовуються під час лабораторних занять:

- традиційна бесіда;

- евристична бесіда;
- виконання вправ та завдань;
- вирішення розрахункових задач;
- робота з текстом підручника (конспектування, анотування, реферування, цитування тощо);
- самостійна робота.

Також проводяться індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Поточний контроль знань студентів реалізується у формі опитувань, виступів на лабораторних заняттях, тестів, виконання індивідуальних завдань.

Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів, виступу на лабораторних заняттях;
- з індивідуальних завдань – за допомогою перевірки виконаних завдань.

Проведення письмового модульного контролю, захист курсової роботи (диф. залік), фінальний контроль знань здійснюється у вигляді іспитів. Іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску.

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
Семестр 2			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	1	0...0,5
Робота на лабораторних заняттях	0...3	-	-
Самостійна робота	0...0,5	5	0...2,5
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	5	0...2,5
Робота на лабораторних заняттях	0...3	3	0...9
Самостійна робота	0...0,5	20	0...4
Модульний контроль	0...5	4	0...20
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Робота на лабораторних заняттях	0...3	3	0...9
Самостійна робота	0...0,5	20	0...10
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Модульний контроль	0...5	4	0...20
Захист курсової роботи	0...100	1	0...100 (диф.залік)
Всього за семестр(*)			0...100,5

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з п'яти питань (двох теоретичних і трьох практичних). За кожне питання студент може одержати максимальну кількість балів - 20.

Розподіл балів, які отримують студенти (диф. залік) за виконання курсової роботи

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Захист теоретичної частини курсової роботи	0..50	1	50
Захист практичної частини курсової роботи	0..50	1	50
Всього за семестр(*)			0..100

(*) Якщо студент отримує за курсову роботу менше 60 балів, то він до екзамену не допускається.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Семестр 1

Задовільно (60-74). Оцінка виставляється студенту, відповідь якого базується на рівні репродуктивного мислення, коли студент не впевнений у відповідях, порушує послідовність викладання матеріалу, слабо пов'язує теорію з практикою.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення; відповідь студента базується на рівні самостійного мислення, коли він знає матеріал, правильно пов'язує теорію з практикою, але допускає незначні помилки.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Студент глибоко вивчив матеріал, викладає його логічно, послідовно, чітко. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

Семестр 2

Задовільно (60-74). Дану оцінку отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо орієнтується у навчальному матеріалі.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо в роботі повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Студент глибоко вивчив матеріал, викладає його логічно, послідовно, чітко. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1. Дамо деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,2 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на лабораторному занятті оцінюється так: 1,5 бал за захист виконаного домашнього завдання, 2 бали за самостійно розв'язану задачу або 1,5 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача, 3 бали за обґрунтовану відповідь та правильну реалізацію у програмному середовищі.

Самостійна робота – 0,5 бала ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом в поза аудиторний час.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темами, означеними в назві роботи.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр на 8 і 16 тижнях на лабораторних заняттях. Білет для модульного контролю включає 4 питання (два теоретичних і два практичних). За відповідь на одне питання студент може отримати максимально 5 балів. Критерії оцінювання у відсотковому відношенні відповідають якісним критеріям з п. 12.2.

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. Бахмет Г.К., Бахмет А.Г., Ніколаєв О.Г. та ін. Методика виконання курсових робіт: навч. посібник. – Харків: ХАІ, 2016.
2. Ніколаєв О.Г., Кузніченко В.М. Моделювання складних систем [рукопис]: електронний навч. посібник. – Харків: ХАІ, 2020.
3. Boccara N. Modeling complex system. New York:Springer, 2004.
4. Zhang H., Lin D. Fuzzy Modeling and Fuzzy Control. – Boston: Birkhauser, 2006.
5. Branke, J., Deb, K., Miettinen, K., Slowiński, R. Multiobjective Optimization. Interactive and Evolutionary Approaches. New York:Springer, 2008.

14. Рекомендована література

1. Bellman R., Gierztz M. On the analytic formalism on the theory of fuzzy sets // Information Sciences. 1974. V. 5. P. 149–157.
2. Brown S. M. Cognitive mapping and repertory grids for qualitative survey research: some comparative observations // Journal of Management Studies. 1992. V. 29. P. 287–307.
3. Kosko B. Neural Networks and Fuzzy Systems: A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
4. Pedrycz W. Fuzzy Control and Fuzzy Systems. N. Y.: John Wiley and Sons, 1993.
5. [Електронний ресурс]: Матеріали по синтаксису Python. URL: <https://habrahabr.ru/post/31180>.
6. [Електронний ресурс]: Офіційний сайт розробників Anaconda. URL: <https://www.continuum.io/Downloads>.
7. [Електронний ресурс]: Офіційний сайт PyCharm. URL: <https://www.jetbrains.com/pycharm/download/#section=windows>.
8. [Електронний ресурс]: Офіційний сайт SciPy. URL: <https://scipy.org/>.
9. [Електронний ресурс]: Підкорюємо Python – уроки для починаючих. Функції lambda. URL: <https://pythlife.blogspot.ru/2012/11/lambda.html>.
10. [Електронний ресурс]: Документація по DataFrame. URL: <http://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/generated/pandas.Data>

15. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки: library@khai.edu