

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Керівник проектної групи

  
(підпис)

О.Г. Ніколаєв  
(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2019 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теорія управління і прогнозування в умовах невизначеності**  
(шифр і назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

**Харків 2019 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія управління і прогнозування в умовах невизначеності»

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 124 «Системний аналіз»  
освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 7 » червня 2019 р.- 12 с.

Розробник: Шпілінська О. Л., ст. викладач, к.ф.-м.н.

  
(підпис)

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

Протокол № 11 від "19" червня 2019 р.

Завідувач кафедри вищої математики та системного аналізу,

(назва кафедри, наукова ступінь та вчене звання завідувача)

д.ф.-м.н., професор

  
(підпис)

(О.Г. Ніколаєв)  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6,5	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> 12 «Інформаційні технології» (шифр і назва)</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> 124 «Системний аналіз»</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма:</b> «Системний аналіз і управління»</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> <u>другий</u> (магістерський)</p>	Цикл професійної підготовки (за вибором)
Модулів – 2		<b>Навчальний рік:</b> <b>2019/2020</b>
Змістових модулів – 2		<b>Семестр</b> 2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>розрахункова робота</u> (назва)		<b>Лекції<sup>1)</sup></b> 24 годин
Загальна кількість годин – 64/195		<b>Практичні<sup>1)</sup></b> 24 годин
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 64 самостійної роботи студента – 131		<b>Лабораторні<sup>1)</sup></b> 16 годин
		<b>Самостійна робота</b> 131 год.
	<b>Вид контролю</b>	
		Модульний контроль іспит

### Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: – 64/131.

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення** – освоєння сучасних методів управління складними процесами й системами; а також рішення задач раціонального планування й управління при наявності невизначеностей у різних галузях виробничої й науково-дослідної діяльності.

**Завдання** є вивчення математичних методів, призначених для ефективного розв'язання проблем керування різноманітними (технічними, соціальними та ін.) складними системами в умовах невизначеності.

**Міждисциплінарні зв'язки:** алгебра та геометрія, математичний аналіз, основи теорії нечіткої логіки, програмування.

### **Результати навчання:**

1. Уміти визначити наявність і тип невизначеності, властивий конкретній розглянутій задачі управління складною системою.

2. Уміти характеризувати специфіку задач управління складними системами в умовах невизначеності в різних сферах цілеспрямованої діяльності людини й колективу.

3. Уміти вибирати необхідні методи дослідження й адаптувати їх стосовно до задач конкретного дослідження.

4. Уміти обробляти отримані результати, аналізувати й осмислювати їх з урахуванням наявних методичних відомостей.

5. Уміти ефективно використовувати вивчений математичний і методичний апарат для розв'язання конкретних прикладних задач.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### **Модуль 1.**

**Змістовий модуль 1. Огляд сучасних моделей та методів зменшення невизначеностей у складних системах**

**Тема 1. Вступ до дисципліни «Теорія управління і прогнозування в умовах невизначеності»**

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теорія управління і прогнозування в умовах невизначеності». Основні історичні етапи розвитку.

### **Тема 2. Моделі опису невизначених даних**

Нечіткість і невизначеності, що виникають під час описування задач прийняття рішень. Класифікація невизначеностей. Моделі опису невизначених даних: імовірісно-статистична, нечітка, інтервальна. Постановка задачі прийняття рішень в умовах невизначеності. Обзор методів аналізу і формалізації задач, що містять невизначеності (методи подолання невизначеностей мети; методи подолання невизначеності наших знань про навколишню обстановку; методи подолання невизначеності дій реального супротивника або партнера).

**Тема 3. Принципи аналізу та розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень**

Модель задачі багатокритеріального вибору. Аксиома Парето. Множина Парето. Принцип Еджворта-Парето. Розширювання системи «розумних» аксіом. Алгоритм знаходження множини Парето. Шкали критеріїв та інваріантність

множини Парето. Відносна вага критеріїв. Звуження множини Парето на підставі інформації про відносну вагу критеріїв.

#### **Тема 4. Нечіткий багатокритеріальний аналіз варіантів**

Нечіткий аналіз варіантів по схемі Белмана-Заде . Аналіз чутливості прийнятого рішення до експертних порівнянь парами. Методи вибору на основі: а) перетинання нечітких множин; б) у разі нечіткого відношення переваги; в) з використанням правила нечіткого виводу; г) на основі адитивної згортки; д) вибір рішень при ймовірнісній невизначеності в умовах неточності й невизначеності опису наслідків. Ранжування альтернатив на множині лінгвістичних векторних оцінок. Переваги та недоліки різних методів аналізу варіантів. Области застосування. Приклади задач математичного моделювання складних систем на базі нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів в умовах невизначеності.

### **Модульний контроль**

#### **Модуль 2.**

### **Змістовий модуль 2. Сучасні підходи до аналізу складних систем**

#### **Тема 1. Методи експертного оцінювання**

Експертне оцінювання як процес вимірювання. Методи вимірювання ступеню впливу об'єктів. Метод аналізу ієрархій (МАІ). Ієрархічне зображення проблеми. Матриця відносної ваги. Матриця парних порівнянь. Оцінювання однорідності суджень. Синтез пріоритетів на ієрархії та оцінювання їхньої однорідності. Урахування міркувань декількох експертів. Опис МАІ. Спрощені варіанти МАІ. Використання МАІ до розв'язання багатокритеріальних задач. Багатокритеріальний вибір на ієрархіях з різною кількістю та складом альтернатив по критеріям. Методи обробки та погодження міркувань експертів (прямий метод, принцип групового ранжування, узагальнена методика на основі стохастичних сценаріїв). Оцінка об'єктів з використанням нечіткого метода Дельфи. Групова експертна оцінка об'єктів при безпосередньому оцінюванні. Визначення узагальнених ранжировок. Методи формування групової оцінки. Визначення залежностей між ранжировками. Оцінка ступеня компетентності експерта.

#### **Тема 2. Класичні та сучасні методи зменшення невизначеності**

Вирівнювання даних, як метод зменшення невизначеності: переваги та недоліки. Порівняння теорій невизначеностей. Застосування біонічних принципів в інформаційних технологіях. Нечітке моделювання. Класифікація та переваги нечітких моделей. Порівняльний аналіз нечіткого та нейросіткового підходів до моделювання.

#### **Тема 3. Біонічні підходи до аналізу складних систем**

Використання еволюційних методів в інформаційних технологіях. Генетичні алгоритми (ГА). Основні поняття. Зв'язок звичайної (біологічної) та штучної термінології. Класичний ГА. Оператори вибору батьків, рекомбінації, мутації та селекції. Налагодження ГА. Різні модифікації ГА. Деякі моделі ГА (Genitor (Whitley), СНС (Eshelman), Hybrid algorithm (Davis), Island Models). Чинники, що утворюють складність для ГА. Модернізація ГА. Недоліки та переваги ГА. Приклади використання ГА для розв'язання задач багатокритеріальної безумо-

вної оптимізації. Використання ГА для розв'язання нестационарних задач оптимізації.

### Модульний контроль

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Огляд сучасних моделей та методів зменшення невизначеностей у складних системах</b>					
Тема 1. Вступ до дисципліни «Теорія управління і прогнозування в умовах невизначеності»	2	2	-	-	-
Тема 2. Моделі опису невизначених даних	22	2	2	-	18
Тема 3. Принципи аналізу та розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень	32	2	6	4	20
Тема 4. Нечіткий багатокритеріальний аналіз варіантів	38	4	8	4	22
Тема 5. Методи експертного оцінювання	4	4	-	-	-
<b>Модульний контроль</b>	2	2	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	100	16	16	8	60
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Сучасні підходи до багатокритеріального аналізу складних систем</b>					
Тема 1. Методи експертного оцінювання	33	-	4	4	25
Тема 2. Класичні та сучасні методи зменшення невизначеності	19	2	2	-	15
Тема 3. Біонічні підходи до багатокритеріального аналізу складних систем	41	4	2	4	31
<b>Модульний контроль</b>	2	2	-	-	-
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	95	8	8	8	71
<b>Усього годин</b>	195	24	24	16	131

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Логічні операції над нечіткими множинами	2
2-3	Розв'язання задач оптимізації за допомогою метода МАІ	4
4	Спрощені варіанти МАІ	2
5-6	Математичне моделювання складних систем на базі нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів: а) перетинання нечітких множин; б) у разі нечіткого відношення переваги	4
7-8	Математичне моделювання складних систем на базі нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів: а) на основі адитивної згортки; б) вибір рішень при ймовірнісній невизначеності в умовах неточності й невизначеності опису наслідків	4
9	Методи експертного оцінювання. Групова експертна оцінка об'єктів при безпосередньому оцінюванні. Визначення узагальнених ран жировок	2
10	Методи формування групової оцінки. Визначення залежностей між ранжировками	2
11	Оцінка ступеня компетентності експерта	2
12	Реалізація еволюційного моделювання за допомогою ГА	2
	<b>Разом</b>	24

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розробка експертної системи (не менш ніж 3 лінгвістичних змінних)	4
2	Нечіткий багатокритеріальний аналіз варіантів	4
3	Методи обробки експертного оцінювання	4
4	Генетичні алгоритми (ГА) — ЛР №1. Реалізація ГА в MATLAB	2
5	Генетичні алгоритми (ГА) — ЛР №2. Реалізація еволюційного моделювання за допомогою ГА	2
	<b>Разом</b>	16

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделі опису невизначених даних: імовірно-статистична, нечітка, інтервальна. Невизначеності, що виникають під час одиничних, повторних та опосередкованих вимірювань, в емпіричних формулах.	18
2	Задачі багатокритеріального вибору. Аксиома Парето. Множина Парето. Принцип Еджворта-Парето. Розширення системи «розумних» аксіом. Алгоритм знаходження множини Парето.	20
3	Методи багатокритеріального вибору на основі: а) перетинання нечітких множин; б) у разі нечіткого відношення переваги; в) з використанням правила нечіткого виводу; г) на основі адитивної згортки. Ранжування альтернатив на множині лінгвістичних векторних оцінок.	22
4	Методи обробки та погодження міркувань експертів (прямий метод, принцип групового ранжування, узагальнена методика на основі стохастичних сценаріїв). Оцінка об'єктів з використанням нечіткого метода Дельфи.	25
5	Класичні та сучасні методи зменшення невизначеності. Класифікація та переваги нечітких моделей. Порівняльний аналіз нечіткого та нейросіткового підходів до моделювання.	15
6	Приклади використання ГА для розв'язання задач багатокритеріальної безумовної оптимізації. Використання ГА для розв'язання нестационарних задач оптимізації.	31
	<b>Разом</b>	131

## 9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахункової роботи «Методи призначення пріоритетів, що є близькими до МАІ» або «Використання ГА для розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації»

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

## 11. Методи контролю



Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної задачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на практичних заняттях	0...1	8	0...8
Виконання лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...22	1	0...22
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на практичних заняттях	0...1	4	0...4
Виконання лабораторних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
<b>Всього за семестр</b>			<b>0...100</b>

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 двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

**знати:**

- принципів основи сучасних методів аналізу управлінських рішень при наявності ймовірнісній невизначеності в умовах неточності й невизначеності опису наслідків.

- основні методи розв'язання прикладних задач нечіткого моделювання в умовах невизначеності;
- методику аналізу й оптимізації рішень із використанням fuzzy-технологій;
- біонічні принципи, які дозволяють зменшити невизначеність;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

**уміти:**

- визначити наявність і тип невизначеності, властивий конкретній розглянутій задачі управління складною системою;
- характеризувати специфіку задач управління складними системами в умовах невизначеності в різних сферах цілеспрямованої діяльності людини й колективу;
- вибирати необхідні методи дослідження й адаптувати їх стосовно до задач конкретного дослідження;
- обробляти отримані результати, аналізувати й осмислювати їх з урахуванням наявних методичних відомостей;
- ефективно використовувати вивчений математичний і методичний апарат для розв'язання конкретних прикладних задач;

### 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання. Застосовувати основні методи розв'язання прикладних задач нечіткого моделювання в умовах невизначеності. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

**Добре (75-89).** Твердо знати матеріал, захистити всі індивідуальні завдання. Розв'язувати прикладні задачі в умовах невизначеності, застосовуючи fuzzy-технології та біонічні принципи. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

#### 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

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни:

Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, який за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.
2. Мушик З. Методы принятия технических решений / З. Мушик, П. Мюллер. – М. : Мир, 1990. – 208 с.
3. Колпаков В.М. Теория и практика принятия управленческих решений : учеб. пособие / В.М. Колпаков. – К. : МАУП, 2004. – 504 с.
4. Семенкин Е.С., Жукова М.Н., Жуков В.Г., Панфилов И.А. Эволюционные методы моделирования и оптимизации сложных систем / Е.С. Семенкин, М.Н. Жукова, В.Г. Жуков, И.А. Панфилов. — Красноярск, 2012. — 515 с.
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой информации / С.А. Орловский. – М. : Наука, 1981. – 206 с.
6. Раскин Л.Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л.Г. Раскин, О.В. Серая. – Х. : Парус, 2008. – 352 с.
7. Павлов А.Н. Принятие решений в условиях нечеткой информации : учеб. пособие / А. Н. Павлов, Б.В. Соколов. – СПб. : ГУАП, 2006. – 72 с.
8. Хаптахаяева Н.Б. Введение в теорию нечетких множеств : учеб. пособие / Н.Б. Хаптахаяева, С.В. Дамбаева, Н.Н. Аюшева. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2014. – 68 с.

9. Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк : ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
  10. Пономарёв О.С. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решения : учеб. пособие / О.С. Пономарёв. – Х. : НТУ „ХП”, 2005. – 232 с.
  11. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
  12. Бураков М.В. Генетический алгоритм: теория и практика: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2011. – 164 с.
  13. Юдин Д.Б. Математические методы управления в условиях неполной информации / Д.Б. Юдин. – М. : Сов. радио, 1974. – 400 с.
- Модели принятия решений на основе лингвистической переменной

### **Допоміжна**

1. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений / И.Г. Черноруцкий. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
2. Бочарников В.П. Прогнозные коммерческие расчеты и анализ рисков на Fuzzy for Excel / В.П. Бочарников, С.В. Свешников, С.Н. Возняк. – К. : 2000. – 159 с.
3. Иваненко В.И. Проблема неопределенности в задачах принятия решений / В.И. Иваненко, В.А. Лабковский. – К : Наук. думка, 1990. – 134 с.
4. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О.А. Крумберг и др. – Рига : Зинатне, 1982. – 256 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

Сайт кафедри [k405@khai.edu](mailto:k405@khai.edu)