

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

Кафедра «Вищої математики та системного аналізу» (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 2



(підпис)

Д. М. Крицький

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

УПРАВЛІННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ
В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 101 Екологія, 103 Науки про Землю, 113 Прикладна математика, 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки, 123 Комп'ютерна інженерія, 124 Системний аналіз, 125 Кібербезпека, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій

Освітня програма: усі освітні програми за відповідними спеціальностями

Рівень вищої освіти: *другий (магістерський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2021 року

Харків – 2021 р.

Розробник: Мураховська О.А., ст. викладач
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто засіданні кафедри вищої
математики та системного аналізу

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 25» червня 2021 р.

Завідувач кафедри д.ф.-м.н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

О. Г. Ніколаєв

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студентка групи 453 м



(підпис)

К. Кашнікова

(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача

Мураховська Олена Анатоліївна, ст. викладач. З 2007 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- вища математика;
- спеціальні математичні методи;
- теорія ймовірностей та математична статистика;
- теорія управління та прогнозування в умовах невизначеності;
- управління складними системами в умовах невизначеності.

Напрямок наукових досліджень: Розвиток математичних методів дослідження прикладних задач (протокол № 5 от 08.12.2017 р., науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. О.Г. Ніколаєв).

Контактна інформація: e-mail o.murahovska@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 1 семестр

Обсяг дисципліни: 5 кредитів ЄКТС/150 годин, у тому числі аудиторних – 64 год., самостійної роботи здобувачів – 86 год.

Форма здобуття освіти – денна, дистанційна

Дисципліна — вибіркова

Види навчальної діяльності – лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – теорія ймовірностей та математична статистика, основи нечіткої логіки, конфліктно-керовані системи, теорія прийняття рішень

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – прийняття рішень при багатокритеріальному оцінюванні

3. 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.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетенції:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові компетенції:

- Здатність розробляти та аналізувати математичні моделі природних, техногенних, економічних і соціальних об'єктів та процесів.
- Здатність планувати і проводити системні дослідження, виконувати математичне та інформаційне моделювання динамічних процесів.
- Здатність застосовувати методи кількісного і якісного оцінювання ризиків, розроблення алгоритмів управління ризиками в складних системах різної природи.
- Здатність обирати методи та розробляти алгоритми розв'язання задач керування складними багатовимірними об'єктами керування.
- Здатність до самоосвіти та підвищення професійної кваліфікації.

Очікувані 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.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

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

Тема 1. Моделі опису невизначених даних

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Управління і прогнозування в складних системах в умовах невизначеності». Основні історичні етапи розвитку.

Нечіткість і невизначеності, що виникають під час описування задач прийняття рішень. Класифікація невизначеностей. Моделі опису невизначених даних. Постановка задачі прийняття рішень в умовах невизначеності.

Огляд методів аналізу і формалізації задач, що містять невизначеності.

Порівняння теорій невизначеностей. Застосування біонічних принципів в інформаційних технологіях. Нечітке моделювання. Класифікація та переваги нечітких моделей. Порівняльний аналіз нечіткого та нейросіткового підходів до моделювання.

- *Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК з програмним забезпеченням (MathCad, MathLab).*

Теми лабораторних робіт:

1. Операції над нечіткими множинами (2 години)
 2. Розробка експертної системи (не менш ніж 3 лінгвістичних змінних) (4 години)
 3. Вибір критерію ухвалення рішення на основі теорії статистичних рішень (2 год)
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.*

Моделі опису невизначених даних: імовірісно-статистична, нечітка, інтервальна. Вирівнювання даних, як метод зменшення невизначеності: переваги та недоліки. Методи подолання невизначеностей мети; методи подолання невизначеності та наших знань про навколишню обстановку; методи подолання невизначеності дій реального супротивника або партнера.

Тема 2. Методи експертного оцінювання

Експертне оцінювання як процес вимірювання. Методи вимірювання ступеню впливу об'єктів. 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.

Групова експертна оцінка об'єктів при безпосередньому оцінюванні. Визначення узагальнених ранжировок. Методи формування групової оцінки. Визначення залежностей між ранжировками. Оцінка ступеня компетентності експерта.

- *Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК з програмним забезпеченням (MathCad, MathLab).*

Теми лабораторних робіт:

1. Методи експертного оцінювання. Групова експертна оцінка об'єктів при безпосередньому оцінюванні. Визначення узагальнених ранжировок (4 год).

2. Методи формування групової оцінки. Визначення залежностей між ранжировками (4 год).

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 24 години.*

Ієрархічне зображення проблеми. Метод аналізу ієрархій (MAI). Матриця відносної ваги. Матриця порівнянь парами. Оцінювання однорідності суджень. Синтез пріоритетів на ієрархії та оцінювання їхньої однорідності. Урахування міркувань декількох експертів. Опис MAI. Спрощені варіанти MAI. Оцінка об'єктів з використанням нечіткого метода Дельфи. Методи обробки та погодження міркувань експертів. Групова експертна оцінка об'єктів. Оцінка ступеня компетентності експерта.

Модульний контроль 1

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Сучасні підходи до аналізу складних систем

Тема 1. 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.

- *Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК з програмним забезпеченням (MathCad, MathLab).*

Теми лабораторних робіт:

1. Математичне моделювання складних систем на базі нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів: а) перетинання нечітких множин; б) у разі нечіткого відношення переваги (4 год).

2. 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 год).

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 20 годин.

Ранжування альтернатив на множині лінгвістичних векторних оцінок. Переваги та недоліки різних методів аналізу варіантів. Області застосування.

Приклади задач математичного моделювання складних систем на базі нечіткого багатокритеріального аналізу варіантів в умовах невизначеності.

Тема 2. 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), CHC (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.

- *Форма занять: лекції, лабораторні заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 16 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК з програмним забезпеченням (MathCad, MathLab).*

Теми лабораторних робіт:

1. Генетичні алгоритми (ГА) — ЛР №1 (4 год).
2. Генетичні алгоритми (ГА) — ЛР №2 (4 год).

Обсяг самостійної роботи здобувачів: 22 години.

Класичні та сучасні методи зменшення невизначеності. Класифікація та переваги нечітких моделей. Порівняльний аналіз нечіткого та нейросіткового підходів до моделювання. Приклади використання ГА для розв'язання задач багатокритеріальної безумовної оптимізації. Використання ГА для розв'язання нестационарних задач оптимізації.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

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

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної здачі 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).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1,2			
Робота лекціях	0...1	16	0...16
Виконання лабораторних робіт	0...5	9	0...45
Модульний контроль	0...25	2	0...50
Всього за семестр (*)			0...111

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

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

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;

Критерії оцінювання роботи здобувача 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 неprinципового 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

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення

1. Теорія управління та прогнозування в умовах невизначеності
[Електронний ресурс] : навч. посіб. / О. А. Мураховська, Н. А. Українець.

– Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 142 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/Murah_Teoriya.pdf

2. Мураховська, О. А. Управління складними системами в умовах невизначеності : навч. посіб. / О. А. Мураховська. – Харків : ХАІ, 2010. – 88 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2010/Upravlinnjaskladnimi_sistemami_v_umovah_neviznachenosti.pdf

3. Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=6658>

11. Рекомендована література

Базова

1. Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. Для студ. вищих навч. закл. [Текст] / О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко; М-во освіти і науки України, Київськ. нац. ун-т. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.

2. Катренко А.В. Теорія прийняття рішень [Текст] / А.В. Катренко, В.А. Пасічник, В.П. Пасько – Л. : Новий світ – 2000, 2009. – 396 с.

3. Ус С. А. Методи прийняття рішень [Текст]: навч. посібник / С. А. Ус;

4. М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2012. – 212 с.

5. Колпаков, В. М. Теория и практика принятия управленческих решений : учеб. пособие / В. М. Колпаков. – Киев: МАУП, 2004. – 504 с.

6. 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.

7. Раскин, Л. Г. Нечеткая математика. Основы теории. Приложения / Л. Г. Раскин, О. В. Серая. – Харьков: Парус, 2008. – 352 с.

8. Бочарников, В. П. Прогнозные коммерческие расчеты и анализ рисков на Fuzzy for Excel / В. П. Бочарников, С. В. Свешников, С. Н. Возняк. – Киев: Ника-Центр, Эльга, 2000. – 159 с.

12. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри 405

<https://khai.edu.ua/education/fakultety-i-kafedry/fakultet-raketno-kosmichnoi-tehniki/kafedra-405-kafedra-vishhoi-matematiki-ta-sistemnogo-analizu/>