

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

Кафедра № 201 «Теорії авіаційних двигунів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК 1

Сергій НИЖНИК

«___» _____ 2024 р.

СИЛАБУС
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ
ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ

(назва навчальної дисципліни)

Дисципліна індивідуального вибору 2

Галузі знань

*13 «Механічна інженерія», 14 «Електрична інженерія»,
27 «Транспорт»*

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності

*133 «Галузеве машинобудування»,
134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»,
142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика»
272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний транспорт»*

(код та найменування спеціальності)

**Освітні
програми**

*Комп'ютерний інжиніринг, Авіаційні двигуни та енергетичні
установки, Безпілотні літальні комплекси, Проектування та ви-
робництво композитних конструкцій, Проектування, виробниц-
тво та сертифікація авіаційної техніки, Ракетні двигуни та
енергетичні установки, Супутники, двигуни та енергетичні
установки. Інженерно технічний переклад, Технології виробниц-
тва авіаційних двигунів та енергетичних установок,
Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Нетради-
ційні та відновлювані джерела енергії, Газотурбінні установки і
компресорні станції, Енергетичний менеджмент, Інтелектуа-
льні транспортні системи, Технічне обслуговування та ремонт
повітряних суден і авіадвигунів, Автомобілі та автомобільне
господарство*

(найменування освітньої програми)

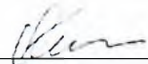
Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Вводиться в дію з «01» вересня 2024 р.

Харків 2024 рік

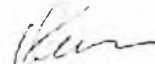
Розробник: Кіслов О.В., проф. каф. 201, к.т.н., доц.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри теорії авіацій-
них двигунів (№ 201)

Протокол № 1 від «20» серпня 2024 р.

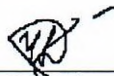
В.о. завідувача кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.В. КІСЛОВ
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Староста групи 241


(підпис)

Д.М. ЧИЖ
(ініціали та прізвище)

Загальна інформація про викладача



КІСЛОВ Олег Володимирович,

Посада: професор кафедри Теорії авіаційних двигунів.

Науковий ступінь: кандидат технічних наук.

Вчене звання: доцент.

Викладацький стаж більше 36 років.

Перелік дисциплін, які викладає:

а) обов'язкові дисципліни:

- Теорія газотурбінних двигунів;
- Конверсія авіаційних двигунів в енергоустановки;
- Термодинамічний аналіз парогазових циклів;

б) вибіркові дисципліни.

Напрями наукових досліджень: теорія повітряно-реактивних двигунів; математичне моделювання робочого процесу і характеристик повітряно-реактивних двигунів та їх елементів, узгодження силових установок з літальними апаратами; конверсія авіаційних двигунів в наземні газотурбінні установи; комбіновані парогазові установи.

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна, дистанційна, дуальна.

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7 семестр.

Дисципліна – вибіркова.

Загальна кількість годин за навчальним планом - 150 годин/5 кредитів ЄКТС, у тому числі аудиторних – 64 годин, самостійної роботи здобувачів – 86 годин.

Види занять – лекції, практичні заняття, самостійна робота здобувача.

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

Мова викладання – українська.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – підготовка здобувачів освіти до комп'ютерного моделювання режимів газотурбінних двигунів при зміні умов роботи.

Завдання – вивчення математичних моделей робочого процесу газотурбінних двигунів і їх елементів та методів розрахунку параметрів газотурбінних двигунів в залежності від зовнішніх умов та режиму роботи двигуна.

Компетентності, які набуваються:

1) Загальні :

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність забезпечувати якість виконуваних робіт;
- здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності;

2) Фахові :

- здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку газотурбобудування;
- здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням теоретичних і експериментальних методів дослідження процесів в газотурбінних установках;
- здатність визначати режими експлуатації газотурбінних установок;
- здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків;
- здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності;
- здатність продемонструвати передові знання в газотурбобудуванні

Очікувані результати навчання:

Знання і розуміння:

- демонструвати знання і розуміння методів моделювання робочого процесу газотурбінних двигунів на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;
- виявити розуміння широкого міждисциплінарного контексту газотурбобудування.

Інженерний аналіз

- застосовувати процеси, системи, обладнання, інженерні технології відповідно до потреб газотурбобудування; обирати і застосовувати придатні типові розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати досліджень.

Проектування

- розробляти і проектувати газотурбінні установки, що задовольняють конкретним вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування;
- застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти при проектуванні об'єктів газотурбобудування.

Інженерна практика

- виявляти розуміння методик проектування і досліджень в галузі газотурбобудування, а також їх обмежень.
- використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси при вирішенні професійних завдань в галузі газотурбобудування з урахуванням наявності обмежень та розумінням їх природи.

Навчання протягом життя

- засвоїти розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.
- виявляти здатність аналізувати розвиток науки і техніки.

Пререквізити:

для вивчення дисципліни «Математичне моделювання режимів роботи газотурбінних двигунів» потрібні знання з математики, фізики, теоретичної механіки, інформатики, гідрогазодинаміки, термодинаміки та теорії ГТД;

Кореквізити:

дисципліна «Математичне моделювання режимів роботи газотурбінних двигунів» розвиває і підсилює компетенції в області теорії ГТД, обчислювальної математики та комп'ютерного моделювання.

Постреквізити: дисципліна «Математичне моделювання режимів роботи газотурбінних двигунів» забезпечує якісне виконання курсових та дипломного проєктів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Принципи побудови математичних моделей робочих режимів ГТД

Вступ до дисципліни «Математичне моделювання режимів роботи газотурбінних двигунів»

Загальна кількість годин на тему – 3 години.

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в процесі підготовки фахівця та її значення. Особливості вивчення дисципліни, навчальна література. Аналіз переваг математичного моделювання при проектуванні газотурбінних двигунів.

Лекція 1. Вступ – 1 година.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 2 години.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій. Ознайомлення з тенденціями розвитку математичного моделювання за допомогою науково-технічних джерел інформації. Формування питань до викладача.

Види контролю – поточний.

Змістовий модуль 1.

Тема 1 . Принципи побудови математичних моделей робочих режимів ГТД

Загальна кількість годин на тему – 23 години.

Режими роботи та експлуатаційні характеристики ГТД. Математичні моделі та моделювання. Класифікація та рівні математичних моделей ГТД. Принципи побудови математичних моделей робочих режимів ГТД на прикладі одновального ТРД: три групи рівнянь, кількості рівнянь та невідомих, умови одержання єдиного рішення системи рівнянь. Регулюючі фактори та регульовані параметри. Поняття про програми управління ГТД. Методи зменшення кількості рівнянь та невідомих у системі рівнянь, що описує режими роботи ГТД.

Лекція 1. Математичні моделі та їх класифікація

Лекція 2. Принципи побудови математичних моделей робочих режимів ГТД

Лекція 3. Аналіз системи рівнянь, що описують режими роботи ГТД

Лекція 4. Методи зменшення розмірів системи рівнянь, що описує режими роботи ГТД.

Практичне заняття 1 (4 години). Розрахунковий і нерозрахункові режими ГТД. Характеристики ГТД

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 12 годин.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять. Робота за темою з навчальними посібниками. Формування питань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Види контролю – поточний.

Змістовий модуль 2.

Тема 2. Математичні методи, що використовуються при моделюванні робочих режимів ГТД

Загальна кількість годин на тему – 18 годин.

Представлення системи рівнянь, що описує режими роботи ГТД, у вигляді рівнянь нев'язок. Середньоквадратична нев'язка. Приведення задачі розв'язання системи рівнянь до задачі мінімізації середньоквадратичної нев'язки. Поняття про чисельні методи знаходження корня рівняння та їх класифікація: чисельні методи нульового порядку (ділення відрізка навіпіл, хорд, спуску вздовж координати, випадкового пошуку); чисельні методи першого порядку (метод Ньютона, модифікований метод Ньютона). Поняття про чисельні методи другого порядку знаходження корня рівняння. Особливості вигляду функції середньоквадратичної нев'язки від незалежних змінних (функція багатьох змінних та невід'ємність). Особливості методів мінімізації. Класифікація методів мінімізації. Методи мінімізації нульового порядку (покоординатний спуск, випадкового пошуку, симплекс-метод). Методи мінімізації першого порядку (градієнтні методи). Мінімізація середньоквадратичної нев'язки шляхом мінімізації

нев'язок: представлення невязок у вигляді диференціалу функції багатьох змінних; система лінійних рівнянь відносно кроків змінних; матриця Якобі. Методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь. Переваги та недоліки методів мінімізації і необхідність використання комбінованих методів мінімізації. Особливості представлення змінних та рівнянь, критерії знаходження рішення системи рівнянь невязок ГТД.

Лекція 1. Приведення задачі розв'язання системи рівнянь до задачі мінімізації середньоквадратичної невязки

Лекція 2. Поняття про чисельні методи знаходження кореня рівняння та їх класифікація

Лекція 3. Методи мінімізації функції

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 12 годин.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій. Робота за темою з навчальними посібниками. Самостійне вивчення питання «Метод мінімізації нульового порядку: симплекс-метод». Формування питань до викладача.

Підготовка до модульного контролю.

Види контролю – поточний.

Модульний контроль

Модуль 2. Математичні моделі режимів роботи ГТД та їх елементів

Змістовний модуль 3.

Тема 3. Математичні моделі робочих режимів елементів ГТД

Загальна кількість годин на тему – 22 години.

Характеристики елементів ГТД. Математичні моделі робочих режимів елементів ГТД нульового рівня: вхідний пристрій, компресор, камера згоряння, турбіна, вихідний пристрій, камера змішування.

Лекція 1. Математичні моделі робочих режимів лопаткових машин нульового рівня.

Лекція 2. Математичні моделі робочих режимів вхідного і вихідного пристроїв та камер згоряння і змішування нульового рівня.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 18 годин.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій. Робота за темою з навчальними посібниками. Самостійний огляд науково-технічної літератури «способи моделювання робочих режимів лопаткових машин». Формування питань до викладача.

Підготовка до модульного контролю.

Види контролю – поточний.

Змістовний модуль 4.

Тема 4. Математичні моделі режимів роботи ГТД

Загальна кількість годин на тему – 54 години.

Математична модель режимів роботи одновальних ТРД і ТРДФ. Математична модель режимів роботи двовальних ТРД і ТРДФ. Математична модель режимів роботи одновальних ТРДДсм і ТРДДФ. Математична модель режимів роботи двовальних ТРДДсм і ТРДДФ. Математична модель режимів роботи трьохвальних ТРДДсм і ТРДДФ. Математична модель режимів роботи двовальних ТРДДсм і ТРДДФ змінного циклу. Математична модель режимів роботи двовальних та трьохвальних ТРДД. Математична модель режимів роботи ТГД та турбовального ГТД з одновальним турбокомпресором і вільною турбіною. Математична модель режимів роботи турбовального ГТД з двовальним турбокомпресором і вільною турбіною.

Лекція 1. Математичні моделі режимів роботи одновальних ТРД і ТРДФ

Лекція 2. Математичні моделі режимів роботи двовальних ТРД і ТРДФ

Лекція 3. Математичні моделі режимів роботи ТРДД зі змішуванням потоків і ТРДДФ

Лекція 4. Математичні моделі режимів роботи ТРДД

Лекція 5. Математичні моделі режимів роботи ГТД та турбовального ГТД з вільною турбіною

Практичне заняття 1 (4 години). Розрахунок характеристик ТРД

Практичне заняття 2 (8 годин). Розрахунок характеристик ТРДД

Практичне заняття 3 (4 години). Розрахунок характеристик ТРДДФ

Практичне заняття 4 (4 години). Розрахунок характеристик турбогвинтових та турбовальних двигунів з блокованою турбіною

Практичне заняття 5 (4 години). Розрахунок характеристик турбогвинтових та турбовальних двигунів з вільною турбіною.

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 20 годин.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять та виконання завдань. Робота за темою з навчальними посібниками. Формування питань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Види контролю – поточний.

Змістовий модуль 5.

Тема 5. Пакети програм розрахунку режимів роботи ГТД

Загальна кількість годин на тему – 26 годин.

Комерційні пакети програм розрахунку режимів роботи ГТД. Пакети програм розрахунку режимів роботи ГТД КБ та ЗВО. Пакет програм розрахунку режимів роботи ГТД Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» «Комплексна система для курсового і дипломного проектування.»

Лекція 1. Комерційні пакети програм розрахунку режимів роботи ГТД

Лекція 2. Комплексна система для курсового і дипломного проектування Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Практичне заняття 1 (4 години). Структура пакету програм ХАІ для розрахунку режимів роботи ГТД

Обсяг самостійної роботи здобувачів – 18 годин.

Самостійна робота здобувачів: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять та виконання завдань. Робота за темою з навчальними посібниками. Формування питань до викладача. Підготовка до модульного контролю.

Види контролю – поточний.

Модульний контроль.

4. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

5. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій словесним та наочним методами, практичних занять методом практики (комп'ютерний клас), індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та підручниками, за допомогою програм розрахунку режимів роботи ГТД Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ».

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю, захист звітів з практичних робіт, письмові модульні контрольні, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

№	Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1				
1	робота на лекційних заняттях	0 – 5		0 – 5
2	конспект лекцій	0 – 10	1	0 – 10
3	виконання практичної роботи	0 – 3	1	0 – 3
4	захист практичної роботи	0 – 2	1	0 – 2
5	складання модульного контролю (одного)	0 – 30	1	0 – 30
Разом за модуль 1				0 – 50
Модуль 2				
1	виконання практичної роботи	0 – 3	6	0 – 18
2	захист практичної роботи	0 – 2	6	0 – 12
5	складання модульного контролю (одного)	0 – 20	1	0 – 20
Разом за модуль 2				0 – 50
Разом за 7 семестр				0 – 100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох питань, одне з яких відноситься до першого модуля, а інше – до другого. Кожне питання оцінюється 0...50 балів.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи побудови математичних моделей режимів роботи ГТД;
- чисельні методи мінімізації функції, які використовуються при моделюванні режимів роботи ГТД;
- умови спільної роботи елементів ГТД та системи нев'язок;
- способи і засоби регулювання ГТД та їх програми регулювання;
- експлуатаційні характеристики ГТД.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- виконувати розрахунки параметрів ГТД на різних режимах роботи за допомогою спеціалізованих програм.

7.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати всі практичні роботи. Знати основні положення дисципліни при недостатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД.

Добре (75-89). Володіти основними знаннями та вміннями, що передбачені програмою дисципліни. Виконати всі практичні роботи. Знати основні положення дисципліни при достатньо глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему; достатньо вільно використовувати знання для аналізу типових задач. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, аналізувати одержані результати та робити правильні висновки.

Відмінно (90-100). Володіти всіма знаннями та уміннями, що передбачені програмою дисципліни. Захистити всі практичні роботи. Знати всі положення дисципліни при глибокому засвоєнні логічних зв'язків між частинами, що складають єдину систему; вільно використовувати знання для аналізу типових та нетипових задач. Уміти використовувати програми розрахунку для одержання параметрів ГТД, аналізувати одержані результати, робити правильні висновки та розробляти рекомендації для їх покращання.

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

8. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Для запобігання академічної недоброчесності здобувачі виконують індивідуалізовані завдання, які прив'язані до ГТД з різними параметрами циклу. Контроль за дотриманням академічної доброчесності здійснює викладач, керуючись Положенням про академічну доброчесність.

9. Методичне забезпечення

1. Дослідження експлуатаційних характеристик газотурбінних двигунів: Зб. лаб. робіт Ч. 1. Газотурбінні установки / А.Г. Волов, О.Д. Дегтярьов, Г.В. Павленко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2006. - 57 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2006/Issledovanie_ekspluatacionnyh_harakteristik_gazoturbinnnyh_dvigateler_Ch1.pdf
2. Дослідження експлуатаційних характеристик газотурбінних двигунів: Зб. лаб. робіт Ч. 2. Силові установки літаків / А.Г. Волов, О.Д. Дегтярьов, Г.В. Павленко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т» – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2007. - 59 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2007/Issledovanie_ekspluatacionnyh_harakteristik_gazoturbinnnyh_dvigateler.pdf
3. Павленко Г.В. Математичне моделювання авіаційних ГТД при дослідженні їх експлуатаційних характеристик. - Х.: ХАІ, 1986. - 123 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Pavlenko_Matem_Modelirovanve.pdf

На сайті кафедри 201 (адреса вказана у п.15 «Інформаційні ресурси») розміщено **навчально-методичний комплекс дисципліни, який включає в себе:**

- силабус дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки для практичних робіт, а також для самостійної підготовки здобувачів освіти;
- питання, тести для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

10. Рекомендована література

Базова

1. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів: підручник для студентів вузів / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Бойко, Л. Г. Волянська, Н. С. Кулик [та ін.] ; М-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т ; під ред. Ю. М. Терещенко . - 2-е вид., доп. та перероб. - Київ. - НАУ, 2013. - 596 с. ISBN: - 978-966-598-810-6 .
2. Теорія авіаційних двигунів : підручник / В. П. Герасименко. - Х. - Нац. аерокосмічний ун-т "ХАІ", 2003. - 199 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2003/Teorija_aviacijnih_dviguniv.pdf
3. Gas turbine performance / Philip P. Walsh, Paul Fletcher. – 2nd ed. p. cm. Includes bibliographical references and index, 2004 by Blackwell Science Ltd. ISBN 0-632-06434-X.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470774533>
<https://DOI:10.1002/9780470774533>
4. Gas Turbine Simulation Program – GSP 12.0.
<https://usoftlv.ir/product/gas-turbine-simulation-program/>

Допоміжна

1. Cohen, H., Rogers, G.F.C., and Saravanamuttoo, H.I.H., Gas Turbine Theory, John Wiley & Sons, New York, 1972. URL:
<https://soaneemrana.org/onewebmedia/GAS%20TURBINE%20THEORY%20BY%20H%20SARAVANAMUTTOO,%20H.%20COHEN%20&%20GFC%20ROGERS.pdf>
2. Основи проектування газотурбінних двигунів і установок / Б. П. Васильєв, В. О. Коваль, В. В. Канаков, Г. В. Павленко [та ін.]. - Харків. - Контраст, 2005. - 376 с. - 966-96447-6-3 .

11. Інформаційні ресурси

1. Освітній сайт Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
<https://khai.edu.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «ХАІ» <https://library.khai.edu/>
3. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання МЕНТОР за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2677>
4. Сайт кафедри <https://k201.khai.edu> .

ДОДАТОК

Перелік галузей знань, спеціальностей та освітніх програм, за якими відбувається підготовка здобувачів в університеті

Галузі знань: 02 Культура і мистецтво, 03 Гуманітарні науки, 05 Соціальні та поведінкові науки, 07 Управління та адміністрування, 08 Право, 10 Природничі науки, 11 Математика та статистика, 12 Інформаційні технології, 13 Механічна інженерія, 14 Електрична інженерія, 15 Автоматизація та приладобудування, 16 Хімічна та біоінженерія, 17 Електроніка та телекомунікації, 19 Архітектура та будівництво, 26 Цивільна безпека, 27 Транспорт, 28 Публічне управління та адміністрування, 29 Міжнародні відносини

Спеціальності: 029 Інформаційна, бібліотечна та архівна справа, 035 Філологія, 051 Економіка, 053 Психологія, 071 Облік і оподаткування, 072 Фінанси, банківська справа та страхування, 073 Менеджмент, 075 Маркетинг, 076 Підприємництво, торгівля та біржова діяльність, 081 Право, 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, 126 Інформаційні системи та технології, 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 142 Енергетичне машинобудування, 144 Теплоенергетика, 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка, 153 Мікро- та наносистемна техніка, 163 Біомедична інженерія, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 173 Авіоніка, 193 Геодезія та землеустрій, 272 Авіаційний транспорт, 262 Правоохоронна діяльність, 274 Автомобільний транспорт, 281 Публічне управління та адміністрування, 292 Міжнародні економічні відносини

Освітні програми: Інформаційна, бібліотечна та архівна справа, Прикладна лінгвістика, Економіка підприємства, Психологія, Облік і оподаткування, Фінанси, банківська справа та страхування, Менеджмент, Логістика, Управління проектами, Маркетинг, Підприємництво, торгівля та біржова діяльність, Право, Екологія та охорона навколишнього середовища, Космічний моніторинг Землі, Обчислювальний інтелект, Інженерія програмного забезпечення, Інформаційні технології проектування, Комп'ютеризація обробки інформації та управління, Інтелектуальні системи та технології, Комп'ютерні технології в біології та медицині, Комп'ютерні системи та мережі, Системне програмування, Системний аналіз і управління, Безпека інформаційних і комунікаційних систем, Інформаційні системи та технології підтримки віртуальних середовищ, Розподілені інформаційні системи, Штучний інтелект та інформаційні системи, Динаміка і міцність машин, Роботомеханічні системи і логістичні комплекси, Комп'ютерний інжиніринг, Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки, Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Ракетно-космічна техніка, Інтелектуальні безпілотні транспортні засоби, Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Газотурбінні установки і компресорні станції, Енергетичний менеджмент, Інженерія мобільних додатків, Комп'ютерні системи технічного зору, Комп'ютерні технології проектування та виробництва, Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва, Інтелектуальні інформаційні вимірвальні системи, Якість, стандартизація та сертифікація, Мікро- та наносистемна техніка, Біомедична інженерія, Інформаційні мережі зв'язку, Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси, Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів, Геоінформаційні системи і технології, Правоохоронна діяльність, Інтелектуальні транспортні системи, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів, Автомобілі та автомобільне господарство, Публічне управління та адміністрування, Міжнародна економіка