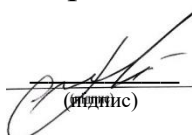


Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра \_\_\_\_\_ аерокосмічної теплотехніки \_\_\_\_\_ (№ 205 \_\_\_\_\_)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
\_\_\_\_\_ **Тарас МИХАЙЛЕНКО**  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теорія робочих процесів теплових машин**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: \_\_\_\_\_ 14 «Електрична інженерія» \_\_\_\_\_  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: \_\_\_\_\_ 144 «Теплоенергетика» \_\_\_\_\_  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: \_\_\_\_\_ «Енергетичний менеджмент» \_\_\_\_\_  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти:**  
**перший (бакалаврський)**

**Силабус введено в дію з 01.09.2023 року**

**Харків – 2023 р.**

Розробник: Костянтин ЄПІФАНОВ, доцент, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



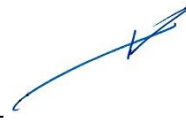
(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри  
аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри                     д.т.н., доцент                    

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Павло ГАКАЛ

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач: студент групи 268е



Михайло СОЛОДОВНИК

## . Загальна інформація про викладача



Костянтин ЄПІФАНОВ, к.т.н., доцент. З 2000 року викладає в університеті. Основні дисципліни:

- термодинаміка і теплообмін;
- тепломасообмін;
- теорія робочих процесів теплових машин.

Напрями наукових досліджень: моделювання теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, процеси тепломасообміну та гідрогазодинаміки в складних системах, багатофазні течії.

## 2. Опис навчальної дисципліни

**Семестр, в якому викладається дисципліна** – 6 семестр.

**Обсяг дисципліни:**

5 кредитів ЄКТС (150 годин), у тому числі аудиторних – 48 годин, самостійної роботи здобувачів – 102 години.

**Форми здобуття освіти** – денна

**Дисципліна** – обов'язкова.

**Види навчальної діяльності** – лекції, практичні роботи, самостійна робота здобувача.

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

**Мова викладання** – українська.

**Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити)** – гідрогазодинаміка, технічна термодинаміка, прикладна гідрогазодинаміка, теорія та розрахунок лопатевих машин, тепломасообмін.

**Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити)** – теплообмінні апарати.

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** надбання знань, вмінь і навичок для термодинамічного аналізу та оптимізації процесів перетворення видів енергії, визначення максимально можливої ефективності енергоустановок і основних джерел втрат працездатності.

**Завдання:** мати базові знання в галузі термодинаміки і теплообміну та вміти їх використовувати в інженерній справі з метою застосування під час рішення проблем теплофізичного профілю, проектування теплових машин та систем керування теплоенергетичними комплексами.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- ЗК1 - здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК2 - здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК3 - навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- ЗК4 - здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- ЗК5 - здатність працювати в команді;
- ЗК6 - здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- ЗК7 - здатність приймати обґрунтовані рішення;
- ЗК8 - здатність спілкуватися іноземною мовою;
- ФК1 - здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі;
- ФК2 - здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін;
- ФК3 - здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання;
- ФК4 - здатність продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі;
- ФК5 - здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;
- ФК6 - здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі;
- ФК7 - здатність продемонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту в теплоенергетичній галузі;
- ФК8 - здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів;

- ФК9 - здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі;
- ФК10 - здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання;
- ФК11 - здатність продемонструвати розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі;
- ФК12 - здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі;
- ФК13 - здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі;
- ФК14 - здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.

**– Програмні результати навчання:**

- ПРН1 – знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепло - та масообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;
- ПРН2 – знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки;
- ПРН3 – розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика»;
- ПРН4 – здатність розуміти складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень;
- ПРН6 – здатність розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування;
- ПРН7 – здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів в теплоенергетичній галузі;

- ПРН11 – здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії;
- ПРН12 – розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації спеціальності «Теплоенергетика»;
- ПРН13 – практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

#### **4. Зміст навчальної дисципліни**

##### **Модуль 1.**

##### **Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин»**

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 1.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни „Теорія робочих процесів теплових машин”.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

##### **Тема 2. Ідеалізовані цикли двигунів внутрішнього згорання.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 2.*

Показники ефективності циклів двигунів. Оборотні термодинамічні цикли поршневих і комбінованих двигунів. Припущення, використовувані при дослідженні термодинамічних циклів ДВЗ. Цикли комбінованих двигунів (КД): КД з імпульсною турбіною (ІТ), КД із ІТ і проміжним охолодженням, КД із ІТ і згоранням при постійному тиску без охолодження, КД із постійним тиском перед турбіною. Дослідження й оптимізація оборотних термодинамічних циклів. Вплив ступеня стиску на ефективність циклів. Аналіз впливу ступеня стиску і закону підведення теплоти в циклі комбінованого двигуна. Порівняння КПД циклів комбінованих і поршневих двигунів. Вплив охолодження після компресора на КПД КД.

*Практична робота «Ідеалізовані цикли двигунів внутрішнього згорання»:* 2 години.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Тема 3. Робочі тіла та їх властивості.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 3.*

Робочі тіла і їхні властивості. Реакції згоряння і продукти згоряння. Повне згоряння палива. Досконале згоряння палива. Зміна кількості робочого тіла при повному згорянні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску. Неповне згоряння палива. Зміна кількості робочого тіла при неповному згорянні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску. Теплота згоряння горючих сумішей. Термодинамічні властивості свіжого заряду і продуктів згоряння.

*Практична робота «Робочі тіла та їх властивості»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 8 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Тема 4. Процеси газообміну.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 4.*

Процеси газообміну. Фази газорозподілу чотиритактних двигунів. Індикаторна діаграма процесів газообміну. Періоди газообміну. Розрахунок процесів газообміну. Показники якості газообміну: коефіцієнт наповнення, коефіцієнт продувки, коефіцієнт використання продувного повітря, коефіцієнт надлишку продувного повітря, сумарний коефіцієнт надлишку повітря.

*Практична робота «Процеси газообміну»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Тема 5. Процеси стиску та сумішоутворення.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 5.*

Процес стиску. Призначення процесу стиску і ступінь стиску в різних ДВЗ. Теплообмін і тепловий баланс у процесі стиску. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці процесу стиску. Визначення середнього коефіцієнта політропи

процесу стиску. Процеси сумішоутворення і згоряння. Утворення горючих сумішей. Схема та параметри факела розпилення палива. Нерозділені камери згоряння. Розділені камери згоряння. Напіврозвалені камери згоряння. Витрати енергії на сумішоутворення.

*Практична робота «Процеси стиску та сумішоутворення»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Тема 6. Процеси згоряння та розширення.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 6.*

Процеси запалення і згоряння. Структура фронту полум'я. Швидкість поширення фронту полум'я. Порушення процесу згоряння в двигунах із примусовим запаленням. Порушення процесу згоряння в двигунах із запаленням від стиску. Методи організації процесів згоряння. Основні фази процесу згоряння й аналіз процесу згоряння по індикаторній діаграмі в двигунах із запаленням від стиску. Основні фази процесу згоряння й аналіз процесу згоряння по індикаторній діаграмі в двигунах із примусовим запаленням. Характеристики тепловиділення і їхні загальні властивості. Утворення токсичних речовин при згорянні палива в двигунах. Шляхи зменшення викидів шкідливих речовин. Термодинаміка процесів згоряння і розширення. Розрахунок процесів згоряння і розширення методом Гринєцького-Мазінга: основні допущення, вихідні рівняння, розрахунок процесів згоряння в дизелі, розрахунок процесів згоряння в двигуні з примусовим запаленням.

*Практична робота «Процеси згоряння та розширення»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 10 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Модульний контроль 1**

- *Форма занять: онлайн-тестування у системі [mentor.khai.edu](http://mentor.khai.edu).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: відсутній*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): розділ дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин» у системі [mentor.khai.edu](http://mentor.khai.edu).*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

### **Модуль 2**

### **Тема 7. Індикаторні та ефективні показники двигуна.**



- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 7.*

Індикаторні показники двигуна: середній індикаторний тиск, індикаторна потужність, індикаторний ККД, питома індикаторна витрата палива. Вплив різних факторів на індикаторні показники. Вплив конструктивних і регулюючих факторів: ступінь стиску, розміри циліндра, конструкційні матеріали, інтенсивність охолодження, коефіцієнт наповнення, форма камери згоряння, закон подачі палива, склад суміші, кут випередження запалювання (упорскування палива). Вплив експлуатаційних факторів: умов впуску/випуску, навантаження, частоти обертання колінчатого валу. Схеми і принципи роботи комбінованих двигунів. Ефективні показники двигуна. Ефективна потужність і механічні втрати. Середній ефективний тиск. Механічний КПД. Ефективний ККД і питома ефективна витрата палива. Показники напруженості: літрова потужність, поршнева потужність. Способи форсування двигунів по питомій потужності. Межа форсування потужності двигуна при збільшенні тиску свіжого заряду.

*Практична робота «Індикаторні та ефективні показники ДВЗ»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 6 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

### **Тема 8. Робочі процеси у паротурбінній установці.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 8 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 8.*

Шляхи удосконалення паротурбінної установки. Найпростіший паровий цикл і його обмеження. Вплив змін параметрів пари на параметри циклу паротурбінної установки: розрідження в конденсаторі, початкова температура пару, початковий тиск пару. Підігрів живильної води в паротурбінній установці. Регенеративний підігрів живильної води. Оборотний цикл підігріву живильної води з використанням сухого насиченої пари, що надходить з котлоагрегату. Оборотний цикл підігріву живильної води з використанням перегрітої пари, що надходить з котлоагрегату. Оборотний цикл із підігрівом живильної води в поверхневих нагрівачах. Узагальнення результатів, отриманих для ідеальних циклів з підігрівом живильної води. Реальні цикли підігріву живильної води з кінцевим числом підігрівників. Оптимальний розподіл загального приросту ентальпії між окремими підігрівниками в паротурбінних циклах з підігрівом живильної води. Проміжний перегрів пари в нерегенеративному паротурбінному циклі. Проміжний перегрів пари в регенеративному паротурбінному циклі.

*Практична робота «Робочі процеси у паротурбінній установці»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

#### **Тема 9. Комбіновані і бінарні установки.**

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 9.*

Комбіновані і бінарні установки. Ідеальний понадрегенеративний паровий цикл. Комбінована газопарова установка з газовими турбінами. Загальний КПД комбінованої газопаротурбінної установки. Комбінована газопарова установка з МГД - генератором.

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 14 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

#### **Тема 10. Робочі процеси двигуна Стірлінга.**

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обов'язкові предмети та засоби: відсутні.*
- *Додаткові предмети та засоби: конспект лекцій, презентація теми 10.*

Робочі процеси циклу Стірлінга. Конструкція двигуна. Показники робочого процесу.

*Практична робота «Робочі процеси двигуна Стірлінга»: 2 години.*

*Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій, підготовка та виконання завдання практичної роботи. Виконання розрахункової роботи. Формування питань до викладача.

#### **Модульний контроль 2**

- *Форма занять: онлайн-тестування у системі [mentor.khai.edu](http://mentor.khai.edu).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: відсутній*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): розділ дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин» у системі [mentor.khai.edu](http://mentor.khai.edu).*
- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

### **5. Індивідуальні завдання**

В якості індивідуального завдання передбачено виконання розрахункової роботи.

Індивідуальне завдання має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і одержати необхідні навички практичних розрахунків з дисципліни.

Індивідуальне завдання має на меті закріпити відповідні теоретичні знання і одержати необхідні навички практичних розрахунків з дисципліни.

Тема розрахункової роботи «Розрахунок робочих процесів циклу двигуна внутрішнього згоряння».

Завдання роботи: розрахувати цикл двигуна із запалюванням від стиску. У процесі розрахунку визначити параметри стану робочого тіла у всіх характерних точках циклу. На підставі розрахунку визначити індикаторні та ефективні показники двигуна, а також діаметр циліндра і хід поршня двигуна. Побудувати  $p$ - $V$  діаграму циклу.

Дано:

- тип двигуна: чотиритактний дизель без наддуву;
- паливо: дизельне паливо середнього складу (склад:  $C = 0,87$  кг / кг,  $H = 0,126$  кг / кг,  $O = 0,004$  кг / кг; нижча теплота згоряння  $H_u = 42496$  кДж / кг);
- ефективна потужність двигуна  $N_e$ ;
- обороти коленвала  $n$ ;
- число циліндрів  $i$ ;
- геометричне співвідношення хід поршня / діаметр поршня  $S / D$ ;
- ступінь стиснення  $\epsilon$ ;
- механічний ККД двигуна  $\eta_m$ ;
- тиск навколишнього середовища  $p_0 = 1,01325$  бар;
- температура навколишнього середовища  $T_0 = 288,15$  К;
- коефіцієнт надлишку повітря  $\alpha$ ;
- тиск на початку стиснення  $p_a = \sigma_{вх} p_0$ ;
- тиск залишкових газів  $p_r = \sigma_{вих} p_0$ ;
- підігрів свіжого заряду від стінок  $\Delta T$ ;
- коефіцієнт дозарядки  $\zeta_{с.з.} = 1$ ;
- коефіцієнт  $\zeta = 1$ ;
- температура залишкових газів  $T_r$ ;
- показник політропи стиснення  $n_1$ ;
- коефіцієнт використання теплоти при згорянні  $\xi_z$ ;
- коефіцієнт використання теплоти при згорянні  $\xi_b$ ;
- максимальний тиск в циклі  $p_z$ .

При розрахунку процеси газообміну замінити ізохорним процесом відведення теплоти  $b$ - $a$ . У розрахункову схему циклу включити п'ять процесів: політропний стиснення  $a$ - $c$ , ізохоричний процес підведення теплоти  $c$ - $z'$ , ізобарний процес підведення теплоти  $z'$ - $z$ , політропний процес розширення  $z$ - $b$ , і ізохоричний процес відведення теплоти  $b$ - $a$ . Свіжий заряд і продукти згоряння вважати

ідеальним газом. Дозволяється з конструктивних міркувань змінити кількість циліндрів.

## 6. Методи навчання

Навчання проводиться в аудиторній формі (лекції, практичні роботи) та самостійно.

## 7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час тестового модульного контролю та виконання розрахункової роботи, фінальний контроль – у вигляді екзамену.

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

### 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>Модуль 1</b>			
Виконання практичних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Модуль 2</b>			
Виконання практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Виконання і захист розрахункової роботи	0...28	1	0...28
Всього			0...100

### Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

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

Обов'язковою умовою допуску до екзамену є виконання і захист усіх лабораторних робіт, що передбачені у робочому плані дисципліни, а також виконання і захист розрахункової роботи.

Білет для іспиту складається з трьох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за перше питання – 34 бали, за друге та третє питання – 33 бали.

### **Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру**

*Задовільно (60-74)* – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати індивідуальне завдання.

*Добре (75-89)* – знати основні теми дисципліни. Достатньо знати основні методи моделювання технічних систем, методи розв'язання системи рівнянь Ейлера, моделі турбулентності. Виконати індивідуальне завдання.

*Відмінно (90-100)* – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на питання щодо математичного моделювання теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, методів розв'язання різних систем рівнянь, методів побудови розрахункових сіток. Виконати індивідуальне завдання та відпрацювати усі практичні заняття.

## **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 та інформаційні ресурси**

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

<https://khaikaf205.wixsite.com/main/%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F-%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D1%85-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D0%B2-%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85-%D0%BC>

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:  
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1225>

## 11.Рекомендована література

### Базова

1. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХПІ”, 2004. [<https://www.twirpx.com/file/228131/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
2. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 3: Комп’ютерні системи керування ДВЗ. – 344 с. [<https://www.twirpx.com/file/228135/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
3. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф.Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 4: Основи САПР ДВЗ. – 336 с. [<https://www.twirpx.com/file/228136/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
4. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 5: Екологізація ДВЗ. – 360 с. [<https://www.twirpx.com/file/228138/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
5. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. - Київ: Техніка, 2001. — 320 с. [<https://www.twirpx.com/file/142336/>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.
6. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец.: гриф МОН України / О. Ф. Буляндра . - 2-ге вид., випр. - К. - Техніка, 2006. - 320 с. [<http://www1.nas.gov.ua/publications/books/catalog/2006/Pages/326.aspx>] (рос.) (укр.) – Переглянуто: 9 вересня 2020 р.

### Допоміжна

1. Дяченко, В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія [Текст]: Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П.Марченка. - Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – 488 с. [<https://faculty6.khai.edu/library/literature/loadliterature/filename/1552851120.pdf>] (укр.) – Переглянуто: 28 серпня 2023 р.
2. Артюх, О. М. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О. М. Артюх, О. В. Дударенко, В. В. Кузьмін та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 264 с. [[http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/8204/1/NP\\_Artyukh.pdf](http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/8204/1/NP_Artyukh.pdf)] (укр.) – Переглянуто: 28 серпня 2023 р.
3. Чучуй, В. П. Альтернативні джерела енергії [Текст] : навч. посіб. для студентів вищ. учб. закл. / В. П. Чучуй, С. М. Уминський, С. В. Інютін ; Одес. держ. аграр. ун-т. - Одеса : ТЕС, 2015. - 494 с. [<https://textbook.com.ua/ekologiya/1473446044>] (укр.) – Переглянуто: 28 серпня 2023 р.
4. Гнітько С. М. Технологічні машини [Текст] : підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти. / Гнітько С. М., Бучинський М. Я., Попов С. В., Чернявський Ю. А. - Харків: НТМТ, 2020. -

258 с. [<https://lira-k.com.ua/preview/12795.pdf>] (укр.) – Переглянуто: 28 серпня 2023 р.