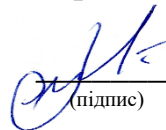


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра _____ аерокосмічної теплотехніки _____ (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Тарас МИХАЙЛЕНКО

(підпис)

(ініціали та прізвище)

«30» серпня 2024 р.

СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ 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: _____ Комп'ютерно-інтегровані технології проектування
енергетичних систем» _____
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

Розробник: Костянтин ЄПФАНОВ, 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 2024 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Павло ГАКАЛ
(ініціали та прізвище)

здобувач: студент групи 238е



Роман

МКРТЧЯН

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

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 продувального повітря, коефіцієнт надлишку продувального 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.*
- *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.*
- *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.*
- *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.*
- *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 ϵ ;
- механічний ККД двигуна η_m ;
- тиск навколишнього середовища $p_0 = 1,01325$ бар;
- температура навколишнього середовища $T_0 = 288,15$ К;
- коефіцієнт надлишку повітря α ;
- тиск на початку стиснення $p_a = \sigma_{вх} p_0$;
- тиск залишкових газів $p_r = \sigma_{вих} p_0$;
- підігрів свіжого заряду від стінок ΔT ;
- коефіцієнт дозарядки $\zeta_{с.з.} = 1$;
- коефіцієнт $\zeta = 1$;
- температура залишкових газів T_r ;
- показник політропи стиснення n_1 ;
- коефіцієнт використання теплоти при згорянні ξ_z ;
- коефіцієнт використання теплоти при згорянні ξ_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-а. 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
Модуль 1			
Виконання практичних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Модуль 2			
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] (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.