**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Одеська національна академія харчових технологій**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок**

Вибіркова навчальна дисципліна

Мова навчання - українська

Освітньо-професійна програма Холодильні машини, установки та кондиціювання повітря,

Код та найменування спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

Шифр та найменування галузі знань 14 Електрична інженерія

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено

Методичною радою академії

2020

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою фізико-математичних наук Одеської національної академії харчових технологій

РОЗРОБНИК (розробники): Ярошенко В.М., доцент кафедри компресорів та пневмоагрегатів , доцент, кандидат технічних наук

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри фізико-математичних наук

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. №\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мілованов В.І.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та найменування спеціальності)

Голова ради \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Хмельнюк М.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Гарант освітньої програми\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Хмельнюк М.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Розглянуто та схвалено Методичною радою академії

Протокол від «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. №\_\_\_

Секретар Методичної ради академії \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мураховський В.Г.

(підпис) (прізвище та ініциали)

ЗМІСТ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пояснювальна записка |  |
| 1.1 | Мета та завдання навчальної дисципліни |  |
| 1.2 | Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти |  |
| 1.3 | Міждисциплінарні зв’язки |  |
| 1.4 | Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС |  |
| 2 | Зміст дисципліни: |  |
| 2.1 | Програма змістовних модулів |  |
| 2.2 | Перелік лабораторних робіт |  |
| 2.3 | Перелік завдань до самостійної роботи |  |
| 3 | Критерії оцінювання результатів навчання |  |
| 4 | Інформаційне забезпечення |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

1. **Пояснювальна записка**
   1. **Мета та завдання навчальної дисципліни**

*Основна мета курсу* полягає в узагальнені та поєднані енергетичних та економічних складників при розрахунках та оптимізації енергетичних машин та установок. Термоекономічний аналіз є сучасним методом техніко економічного аналізу на основі універсальної термодинамічної функції – ексергії з метою мінімізації загальних затрат суспільно – необхідної праці . Процес вивчення спеціальних дисциплін базується на поглибленому вивчені застав термоекономічного аналізу при розрахунках, розробці та оптимізації енергетичних машин та установок .

Програма курсу розроблена з використанням результатів наукових досліджень вчених Інтситуту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім.. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

***знати :***

* загальні вимоги при проектуванні та оптимізації теплоенергетичних та холодильних систем, засоби порівняння різноманітних енергетичних продуктів;
* основні методи термодинамічного аналізу енергетичних установок та відповідний аналітичний апарат ;
* термодинамічні застави універсальної термодинамічної функції ексергії та методи ексергетичного аналізу.;
* основні напрямки та положення термоекономічного аналізу при розробках та оптимізації енергетичних машин та установок.

***вміти***:

* розраховувати ексергетичну цінність різноманітних енергетичних потоків та складати рівняння ексергетичного балансу;
* розраховувати ступінь термоекономічного рівню відповідно призначення та особливостей установки;
* розраховувати приведенні затрати по відношенню до початкового ексергетичного потоку та графічно Ії відображати в узагальненому виді;
* побудувати термоекономічну модель установки та визначити цільову функцію оптимізації , як рівень технікоекономічної ефективності
  1. **Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти**

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування](https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/142-energetichne-mashinobuduvannya-bakalavr.pdf) та [освітньо-професійних програм «Холодильні машини, установки та кондиціювання повітря»](https://nv.onaft.edu.ua/opp/142b-shusk2018.pdf) і «Газотурбінні установки та компресорні станції »підготовки магістрів.

Загальні компетентності:

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 6. Здатність використовувати іноземну мову у професійній діяльності.

ЗК 7. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

ФК 3. Здатність аналізувати інформацію з літературних джерел, здійснювати патентний пошук, а також використовувати бази даних та інші джерела інформації для здійснення професійної діяльності.

ФК 11. Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

ФК 12. Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності.

Програмні результати навчання:

ПР 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

ПР 18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

ПР 19. Ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

ПР 20. Розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

ПР 21. Аналізувати розвиток науки і техніки.

* 1. **Міждисциплінарні зв’язки**

Попередні – математика, фізика, тепломасообмін, технічна термодинаміка, гідрогазодинаміка, послідовні – холодильні машини та установки кондиціювання повітря, газотурбінні установки, компресорні станції, автоматизоване проектування енергетичних машин

* 1. **Обсяг навчальної дисципліни в кредитах ЄКТС**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кількість кредитів ECTS- 5 годин - 150** | | | |  |
| **Аудиторні заняття, годин:** | всього | лекції | лабораторні | практичні |
| **денна** | 100 | 20 | 14 | 16 |
| **заочна** | 20 | 8 | 4 | 8 |
| **Самостійна робота, годин** | Денна -50 | Заочна - 130 | |  |

1. **Зміст дисципліни**
   1. **Програма змістовних модулів**

Змістовний модуль 1: «Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № теми | **Зміст теми** | **Годин** |
| 1 | Предмет та метод термоекономічного аналізу енергетичних машин та установок. Основні поняття . Мета та цілі. Порівняння традиційного техніко-економічного та сучасного термоекономічного методів. | 2 |
| 2 | Термодинамічні схеми енергетичних машин та розрахунок основних коефіцієнтів енергетичниної ефективності. Визначення енергетичних потоків та побудова термодинамічних схем енергетичних машин та установок. | 2 |
| 3 | Основні положення термодинамічного аналізу. Якісні та кількісні енергетичні коефіцієнти та способи їх порівняння. Метод циклів та метод функцій в термодинамічного аналізі. | 2 |
| 4 | Ексергетичний метод та його практичне застосування. Система ексергетичних коефіцієнтів корисної дії. Порівняння та ексергетична оцінка енергетичних ресурсів. Енергія та анергія. | 2 |
| 5 | Застосування ексергетичного методу при проектуванні та оптимізації енергетичних устаткувань. Ексергетичні діаграми стану | 2 |
| 6 | Втрати ексергіїї в енергетичних машинах та установках. Рівняння Гюі-Стодола. Приклади необоротніх процесів .Діаграма руху ексергії. | 2 |
| 7 | Основні положення економічного аналізу та економічна ефективність енергетичних систем. Приведенні затрати та способи їх розрахунків. Амортизаційні коефіцієнти та їх визначення | 2 |
| 8 | Побудова термоекономічних моделей. Об’єднана техніко -економічна діаграма Коефіцієнт техніко економічного рівню. Застосування ефективної ексергії при термо економічному аналізі. | 2 |
| 9 | Методи оптимізації термоекономічних моделей . Статистична та динамічна оптимізація. Математичні методи. Цільова функція термоекономічної оптимізації та її вибір. | 2 |
| 10. | Термоекономічні моделі енергетичних машин та установок та їх оптимізація.Регенерація та утилізація енергії як методи підвищення рівня техніко економічної ефективності установок. | 2 |

* 1. **Перелік лабораторних робіт**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Назва теми | Кількість  годин | | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання | |
| 1 | Визначення енергетичних показників побутового холодильника. | 3 | 2 | |
| 2 | Визначення енергетичних показників побутового кондиціонера. | 3 | 2 | |
| 3 | Визначення енергетичних показників газотурбінної установки. | 2 | |  |
| 4 | Визначення енергетичних показників двигунів внутрішнього згорання | 2 | | 2 |
| 5 | Влив вологості повітря при його стисненні | 2 | |  |
| 6 | Визначення коефіцієнту робочого часу холодильних систем | 2 | |  |
|  | Всього | 14 | | 6 |

* 1. **Перелік практичних робіт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва теми | Кількість годин | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Аналіз прямих та зворотніх термодинамічних циклів. | 2 |  |
| Ексергія різноманітних енергетичних продуктів . | 2 | 1 |
| Ексергетичний метод термодинамічного аналізу. | 2 | 1 |
| Побудова математичної моделі холодильної машини та її ексергетичний аналіз | 1 |  |
| Термодинамічне порівняння енергетичних потоків | 1 |  |
| Термоекономічна модель теплового насосу | 2 | 1 |
| Термоекономічна модель регазифікаційної установки | 2 | 1 |
| Розрахунок приведених витрат газотурбінних установок | 2 |  |
| Математичні методи визначення оптимуму витрат | 2 |  |
| Всього | 16 | 4 |

* 1. **Перелік завдань до самостійної роботи**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Видинавчальноїдіяльності | Кількість  годин | |  |
| денна форма навчання | заочна форма |  |
| 1 | Ексергія вологого повітря | 10 | 10 |
| 2 | Ексергетична ефективність внутрішнього охолодження холодильних компресорів | 10 | 30 |
| 3 | Ексергетичний аналіз тепловикористовуючих холодильних машин | 10 | 30 |
| 4 | Термодинамічний аналіз циклів для одноразового виробництва холоду та тепла | 10 | 40 |
| 5 | Ексергетичний аналіз повітряних холодильних машин | 10 | 20 |
| **Разом з дисципліни** | | 50 | 130 |

1. **Критерії оцінювання результатів навчання**

**Нарахування балів за виконання змістовного модуля**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид роботи, що підлягає контролю | Оцінні бали | | | | Форма навчання | | | | | | | | | | |
| денна | | | | | | заочна | | | | |
| min  д/з | | max  д/з | | Кільк. робіт, одиниць | | Сумарні бали | | | | Кільк. робіт, одиниць | | | Сумарні бали | |
| min | | max | | min | max |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | | 8 | 9 |
| 1 семестр (номер семестру ) | | | | | | | | | | | | | | | |
| ЗАЛІКОВИЙ КРЕДИТ 1  Змістовий модуль 1.«Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок»  (назва) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Робота на лекціях | | 0,5 | | 0,75 | | 9 | | 4,5 | | 6,75 | | 9 | 6,75 | | 8,5 |
| Виконання лабораторних робіт | | 1,2 | | 1,5 | | 5 | | 6 | | 7,5 | |  |  | |  |
| Робота на практичних / семі-нарських заняттях | | 0,5 | | 1 | | 5 | | 2,5 | | 5 | | 5 | 3,5 | | 5 |
| Опрацювання тем, не винесених на лекції | | 3 | | 5 | | 2 | | 6 | | 10 | | 2 | 12,5 | | 15 |
| Підготовка до лабораторних  занять | | 0,5 | | 1 | | 5 | | 2,5 | | 5 | |  |  | |  |
| Підготовка до практичних занять | | 0,5 | | 0,75 | | 5 | | 2,5 | | 3,75 | | 5 | 3,75 | | 5,5 |
| \*Виконання індивідуальних завдань | | 3 | | 3,5 | | 2 | | 6 | | 7 | | 2 | 8,5 | | 10 |
| Проміжна сума | |  | |  | |  | | 30 | | 45 | |  | 35 | | 45 |
| Модульний контроль у поточному семестрі | | 20/–20 | | 40 / 45 | | – | | 20 | | 40 | |  | 20 | | 40 |
| Контроль результатів дистан-  ційного модулю | | 10/5 | | 15/  15 | |  | | 10 | | 15 | |  | 5 | | 10 |
| Рейтинг за творчі здобутки  студентів | | 0/- | | 10/ | |  | | 0 | | 10 | |  | 0 | | 5 |
| Оцінка за змістовий модуль 1 | | – | | – | | – | | 60 | | 100 | | – | 60 | | 100 |

**4. Інформаційні ресурси**

1. Мартыновский В.С. Циклы, схемы характеристики термотрансформаторов. - М.: Энергия, 1979, - 288с.

2.Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок: [Навчальний посібник] / В.М. Ярошенко. Електронний ресурс : ОНАХТ, 2019. – 34 с.

3. В.М. Ярошенко. Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок. Методичні вказівки для самостійної роботи. Електронний ресурс ОНАХТ,- 2019 -28 с.

4.В.М. Ярошенко. Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок. Методичні вказівки для студентів заочної форми навчання. Електронний ресурс ОНАХТ,- 2019 -32 с.