**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Одеський національний технологічний університет**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Термоекономічний аналіз і методи оптимізації**

Вибіркова навчальна дисципліна

Мова навчання - українська

Освітньо-професійна програма Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії

Код та найменування спеціальності 141 Електроенергетика,електротехніка та електромеханіка

Шифр та найменування галузі знань 14 Електрична інженерія

Ступінь вищої освіти бакалавр

Розглянуто, схвалено та затверджено

Методичною радою академії

2022

РОЗРОБЛЕНО ТА ЗАБЕЗПЕЧУЄТЬСЯ: кафедрою екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології Одеського національного технологічного університету

РОЗРОБНИК (розробники): Ярошенко В.М., доцент кафедри екоенергетики, термодинаміки та прикладної екології, кандидат технічних наук, доцент

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

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри термодинаміки та відновлювальної енергетики

Протокол від «24»вересня 2022 р. № 2

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Семенюк Ю.В.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Розглянуто та схвалено методичною радою зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(код та найменування спеціальності)

Голова ради Осадчук П.А.

(підпис) (прізвище та ініциали)

Гарант освітньої програми Демяненко Ю.І. (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 застосуванні термоекономічного методу аналізу та узагальнені енергетичних і економічних складників при оптимізації установок та обладнань нетрадиційної та відновлювальної енергетики. Такий підхід дозволяє оптимізувати енерготехнологіні системи з врахуванням не тільки кількості , але і якості енергетичних потоків

Термоекономічний аналіз є сучасним методом техніко економічного аналізу на основі універсальної термодинамічної функції – ексергії з метою мінімізації загальних суспільно – необхідних затрат. Процес вивчення спеціальних дисциплін базується на поглибленому вивчені застав термоекономічного аналізу при розрахунках, розробці та оптимізації установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики .

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, у тому числі і установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики;
* основні методи термодинамічного аналізу та засоби порівняння різноманітних енергетичних продуктів обладнань нетрадиційної та відновлювальної енергетики;
* термодинамічні застави універсальної термодинамічної функції ексергії , відповідний аналітичний апарат та методи ексергетичного аналізу.;
* основні напрямки та положення термоекономічного аналізу при розробках та оптимізації установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики та енергетичних машин

***вміти***:

* розраховувати ексергетичну цінність різноманітних енергетичних потоків та складати рівняння ексергетичного балансу;
* розраховувати ступінь термоекономічного рівню відповідно призначення та особливостей установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики;
* розраховувати приведенні затрати по відношенню до початкового ексергетичного потоку та графічно їх 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 в нетрадиційній енергетиці» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 141 « Електроенергетика ,електротехніка та електромеханіка](https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/142-energetichne-mashinobuduvannya-bakalavr.pdf) »підготовки бакалаврів.

Загальні компетентності:

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності

і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей

розвитку предметної області.

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:

ПРН 1. Знання і розуміння математики, фізики, тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів, систем автоматизованого проектування енергетичних машин та установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики.

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

ПРН 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ПРН18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

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

ПРН 20. Розуміння необхідності самостійного навчання протягом життя.

* 1. **Міждисциплінарні зв’язки**

Попередні – математика, фізика, тепломасообмін, технічна термодинаміка, гідрогазодинаміка, послідовні – основи конструювання установок нетрадиційної енергетики, застосування сонячної енергії, джерела енергії на земля, основи сталого розвитку нетрадиційної енергетики.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кількість кредитів ECTS- 4, годин - 120** | | | |  |
| **Аудиторні заняття, годин:** | всього | лекції | лабораторні | практичні |
| **денна** | 48 | 32 |  | 16 |
| **заочна** | 12 | 6 |  | 6 |
| **Самостійна робота, годин** | Денна -72 | Заочна - 108 | |  |

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

Змістовний модуль 1: «Термоекономічний аналіз установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № 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 установок.нетрадиційної та відновлювальної енергетики | 2 |
| 4 | Ексергетичний метод та його практичне застосування. Система ексергетичних коефіцієнтів корисної дії. Порівняння та ексергетична оцінка енергетичних ресурсів. Енергія та анергія. | 4 |
| 6 | Застосування ексергетичного методу при проектуванні та оптимізації теплоенергетичних машин та устаткувань нетрадиційної енергетики . Ексергетичні діаграми стану | 4 |
| 8 | Втрати ексергіїї в енергетичних машинах та установках. Рівняння Гюі-Стодола. Приклади необоротніх процесів .Діаграма руху ексергії. | 2 |
| 9 | Методи підвищення енергоефективності установок та обладнань нетрадиційної та відновлювальної енергетики | 4 |
| 10 | Регенерація , рекуперація та утилізація енергетичних потоків як методи підвищення рівня техніко економічної ефективності установок. | 2 |
| 11 | Основні положення економічного аналізу та економічна ефективність енергетичних систем. Приведенні затрати та способи їх розрахунків. Амортизаційні коефіцієнти та їх визначення | 2 |
| 12 | Побудова термоекономічних моделей. Об’єднана техніко -економічна діаграма Коефіцієнт техніко економічного рівню. Застосування ефективної ексергії при термо економічному аналізі. | 2 |
| 13 | Методи оптимізації термоекономічних моделей . Статистична та динамічна оптимізація. Математичні методи. Цільова функція термоекономічної оптимізації та її вибір. | 3 |
| 14. | Термоекономічні моделі енергетичних машин та установок нетрадиційної та відновлювальної енергетики та їх оптимізація. | 3 |
| 15 | Застосування ексергетичного методу при реалізації програм енергозбереження на базі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії | 2 |
|  | **Загально** | 32 |

* 1. **Перелік практичних робіт**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Назва теми | Кількість годин | |
| денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Аналіз прямих та зворотніх термодинамічних циклів. | 2 |  |
| Розрахунок ексергії різноманітних енергетичних продуктів . | 2 | 2 |
| 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 | 2 |
| Термоекономічна модель регазифікаційної установки | 2 | 1 |
| Розрахунок приведених витрат газотурбінних установок | 2 |  |
| Математичні методи визначення оптимуму витрат | 2 |  |
| Всього | 16 | 6 |

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Видинавчальноїдіяльності | Кількість  годин | |  |
| денна форма навчання | заочна форма |  |
| 1 | Ексергетична ефективність внутрішнього охолодження холодильних компресорів | 10 | 30 |
| 2 | Ексергетичний аналіз тепловикористовуючих холодильних машин | 10 | 30 |
| 3 | Термоекономічний аналіз циклів для одноразового виробництва холоду та тепла | 10 | 40 |
| 4 | Ексергетичний аналіз повітряних холодильних машин | 10 | 20 |
| **Разом з дисципліни** | | 40 | 120 |

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 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. Бродянский В., Фратшер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 286 с 1. Мартыновский В.С. Циклы, схемы характеристики термотрансформаторов. - М.: Энергия, 1979, - 288с.

2.Термоекономічний аналіз енергетичних машин та установок: [Навчальний посібник] / В.М. Ярошенко. ОНАХТ, 2020. – 153 с.Електронний ресурс : http//osar-compress.onaft.tdu.ua/

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.

5.Эксергетические расчеты технических систем: Справочное пособие / Под ред. акад. А.А. Долинского; авторы Бродянский В.М. и др. – К.: Наукова думка, 1991. – 360