**БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки**

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## ОК 15 „Теплотехніка та теплоенергетичні установки”

| | |
|---|---|
| ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ | **14 Електрична інженерія** |
| СПЕЦІАЛЬНІСТЬ | **141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»** |
| РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ | **Перший (бакалаврський)** |
| ФАКУЛЬТЕТ | **Агробіотехнологічний** |

м. Біла Церква, 2022 р.

Робоча програма з навчальної дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» для здобувачів вищої освіти агробіотехнологічного факультету за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укладачі О.І.Кепко, М.М. Сенчук. – Біла Церква: БНАУ, 2022. – 18 с.

Розробники: Кепко Олег Ігорович, доцент, канд. техн. наук,
Сенчук Микола Миколайович, доцент, канд. техн. наук.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Протокол від № 1 від 29.08.2022 р.

Завідувач кафедри електроенергетики,
електротехніки та електромеханіки _____ Трегуб М.І.

Схвалено науково-методичною комісією агробіотехнологічного факультету
(Протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.)

Голова науково-методичної комісії, доцент _____ Хахула В.С.

Гарант ОП 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка», доктор технічних наук, професор М. І. Трегуб

**ЗМІСТ**


1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ 4
2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ 4
3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА» 5
4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ 5
5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» 5
6. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ 7
7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ 8
    7.1. Лекції 8
    7.2. Практичні заняття 10
    7.3. Самостійна робота 11
    7.4. Орієнтовна тематика індивідуальних завдань 13
8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ 15
9. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ 15
10. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ 15
11. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ 15
12. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ 17
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ 17

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Згідно з навчальним планом на 2022–2023 навчальний рік, на вивчення дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» для денної форми навчання виділено всього 150 академічних годин (5 кредити ECTS), у т .ч. аудиторних – 96 години (лекції –32, практичні заняття – 48), самостійна робота студентів – 70 годин.

Опис навчальної дисципліни за показниками та формами навчання наведено в таблиці:

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Основний потік</td><td></td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td><u>Галузь знань</u> 14 Електрична інженерія</td><td colspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змістових модулів – 2</td><td rowspan="5">Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне науково-дослідне завдання<br>_____<br>(назва)</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин - 150</td><td>4-й</td><td>6-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних – 4<br>самостійної роботи студента – 4</td><td rowspan="11">Освітньо-кваліфікаційний рівень:<br>бакалавр</td><td>32 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>32 год.</td><td>6 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>- год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>86 год.</td><td>138год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальні завдання:</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:</td></tr>
<tr><td>іспит</td><td>іспит</td></tr>
</table>

**Метою вивчення** Метою дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» є оволодіння майбутніми фахівцями системою знань, достатніх для формування умінь і навичок з вирішення типових задач діяльності на первинних посадах, передбачених освітньо-кваліфікаційною характеристикою для спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

## 2. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» базується на знаннях таких дисциплін, як "Інженерна механіка", "Фізика", "Вища математика".

## 3. КОМПЕТЕНТНОСТІ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 141 «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»

**Загальні компетентності (ЗК)**

**ЗК02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК05.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК06.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

**Спеціальні компетентності спеціальності (СК)**

**СК02.** Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

**СК06.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

## 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

| Програмний результат навчання відповідно до Стандарту вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» | Результати навчання з дисципліни ОК 15 «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» |
|---|---|
| **ПРН07.** Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. | РН 7.1. Аналізувати теплові процеси які виникають в результаті роботи електротехнічного обладнання.<br>РН 7.2. Уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності під час обслуговування теплоенергетичного обладнання. |
| **ПРН13**. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни | РН 4.1. Знати основні принципи біоенергетичних установок.<br>РН 4.2. Знати основні принципи гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок. |
| **ПРН 17**. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж. | РН 17.1. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування та обслуговування теплоенергетичних установок. |

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Теплотехніка та теплоенергетичні установки»

**Модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки.**

**Тема 1. Основні поняття і визначення.**

1.1. Загальні відомості. Задачі та структура вивчення дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки». Основні вимоги академічної доброчесності.

1.2. Термодинамічна система.

1.3. Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.

1.4. Рівняння термодинамічної системи.

1.5. Газові суміші.

1.6. Термодинамічний процес.

1.7. Перший закон термодинаміки.

1.8. Другий закон термодинаміки.

1.9. Правила техніки безпеки під час обслуговування електричного обладнання теплотехнічних установок.

**Тема 2. Термодинамічні процеси пароутворення.**

2.1. Пароутворення при постійному тиску.

2.2. Параметри стану рідини і пари.

2.3. Процеси зміни стану пари.

2.4. Вологе повітря.

**Тема 3. Термодинаміка відкритих систем.**
3.1. Загальні відомості.
3.2. Витікання газів і пари.
3.3. Дроселювання.
3.4. Ідеальний цикл паросилової установки.

**Тема 4. Теплопровідність.**
4.1. Основний закон теплопровідності.
4.2. Теплопровідність при стаціонарному режимі.

**Тема 5. Конвективний теплообмін.**
5.1. Загальні поняття і визначення.
5.2. Закон тепловіддачі.

**Тема 6. Теплопровідність при граничних умовах третього роду.**
6.1. Загальні відомості.
6.2. Методи рішення.
**Тема 7. Променевий теплообмін.**
7.1. Основні поняття, визначення і закони.
7.2. Променевий теплообмін між тілами і методи зміни його інтенсивності.
7.3. Випромінювання газів.
**Тема 8. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів**
8.1. Класифікація.
8.2. Розрахунок рекуперативного теплообмінника.
8.3. Методи інтенсифікації процесів теплопередачі.

**Модуль 2 Теплоенергетичні установки.**

**Тема 9. Паливо та основи теорії горіння.**
9.1. Загальні відомості.
9.2 Склад і характеристика палива. Біопаливо і біоенергетичні установки.
9.3. Основи теорії горіння органічного палива.
9.4. Розрахунки процесів горіння палива.
**10. Теоретичні основи котельних установок. Конструкції котлів.**
10.1. Загальні відомості.
10.2. Схеми котельних установок.
10.3. Тепловий баланс парового котла.
10.4. Будова і характеристика котлів малої продуктивності.
10.5. Розрахунок поверхні нагріву.
10.6. Елементи конструкції котлів, допоміжні системи і пристрої, вимірювальна техніка.
10.7.Особливості експлуатації котлових установок.
**Тема 11. Теплогенератори.**
11.1. Будова та робота теплогенератора.
11.2. Класифікація теплогенераторів.
**Тема 12. Водонагрівники. Електро та газоопалювальні прилади.**
12.1. Будова та робота водонагрівників.
12.2. Класифікація водонагрівників.
12.3. Будова та робота електро та газоопалювальних приладів.
12.4. Класифікація електро та газоопалювальних приладів.
**Тема 13. Компресори, вентилятори. Холодильні установки.**
13.1. Загальні відомості та класифікація компресорів.

13.2. Принципи дії і будова поршневого компресора.
13.3. Компресорні установки.
13.4. Вентилятори.
13.5. Загальні відомості та класифікація холодильних установок.
13.6. Принципи дії і будова холодильних установок.
13.7. Холодильні установки.

**Тема 14. Двигуни внутрішнього згорання.**

14.1. Загальні відомості та класифікація.
14.2. Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання.
14.3. Тепловий баланс та техніко економічні показники.
14.4. Токсичність відпрацьованих вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння.

**15. Паротурбінні електричні станції.**

15.1. Загальні відомості та класифікація.
15.2. Показники теплової економічності роботи теплової електростанції.
15.3. Парогазові установки.
15.4. Атомні електростанції.

**16. Дизельні електричні станції.**

16.1. Загальні відомості.
16.2. Класифікація дизельних електричних станцій.

## 6. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | для денної форми навчання | | | | | | для заочної форми навчання | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | п | лб. | інд | срс | | л | п | лб. | інд | срс |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **Модуль 1** | | | | | | | | | | | | |
| **Змістовий модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки** | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Основні поняття і визначення. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 12 | 2 | 2 | | | 8 |
| Тема 2. Термодинамічні процеси пароутворення. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 3. Термодинаміка відкритих систем. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 4. Теплопровідність. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 5. Конвективний теплообмін. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 6. Теплопровідність при граничних умовах третього роду. | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 7. Променевий теплообмін. | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 8. Основи теплового розрахунку | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| теплообмінних апаратів. | | | | | | | | | | | | |
| **Разом за модулем 1** | **76** | **16** | **16** | | **22** | **22** | **75** | **2** | **2** | | | **71** |
| **Змістовий модуль 2. Теплоенергетичні установки** | | | | | | | | | | | | |
| Тема 9. Паливо та основи теорії горіння. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 12 | 1 | 1 | | | 8 |
| Тема 10. Теоретичні основи котельних установок. Конструкції котлів. | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 11. Теплогенератори | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 12. Водонагрівники. Електро та газоопалювальні прилади. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 13. Компресори, вентилятори. Холодильні установки. | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| Тема 14. Двигуни внутрішнього згорання | 10 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 9 | | | | | 9 |
| 15. Паротурбінні електричні станції. | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 9 | | | | | 9 |
| 16. Дизельні електричні станції. | 8 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 9 | 1 | 1 | | | 5 |
| **Разом за модулем 2** | **74** | **16** | **16** | | **21** | **21** | **75** | **3** | **3** | | | **67** |
| **Всього** | **150** | **32** | **32** | | **43** | **43** | **150** | **6** | **6** | | | **138** |

Примітка: л – лекції, п – практичні заняття, лб – лабораторно-практичні заняття; інд – індивідуальні завдання, СРС – самостійна робота студентів.

# 7. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 7.1. Лекції

| Тема і зміст лекції | К-ть годин |
|---|---|
| *Змістовий модуль 1.* **Теоретичні основи теплотехніки** | |
| **Тема 1. Основні поняття і визначення.**<br>1.1. Загальні відомості. Задачі та структура вивчення дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки». Основні вимоги академічної доброчесності.<br>1.2. Термодинамічна система.<br>1.3.Термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.<br>1.4. Рівняння термодинамічної системи.<br>1.5. Газові суміші.<br>1.6. Термодинамічний процес.<br>1.7. Перший закон термодинаміки.<br>1.8. Другий закон термодинаміки.<br>1.9. Правила техніки безпеки під час обслуговування електричного обладнання теплотехнічних установок. | 2 |

| | |
|---|---|
| **Тема 2. Термодинамічні процеси пороутворення.**<br>2.1. Пароутворення при постійному тиску.<br>2.2. Параметри стану рідини і пари.<br>2.3. Процеси зміни стану пари.<br>2.4. Вологе повітря. | 2 |
| **Тема 3. Термодинаміка відкритих систем.**<br>3.1. Загальні відомості.<br>3.2. Витікання газів і пари.<br>3.3. Дроселювання.<br>3.4. Ідеальний цикл паросилової установки. | 2 |
| **Тема 4. Теплопровідність.**<br>4.1. Основний закон теплопровідності.<br>4.2. Теплопровідність при стаціонарному режимі. | 2 |
| **Тема 5. Конвективний теплообмін.**<br>5.1. Загальні поняття і визначення.<br>5.2. Закон тепловіддачі. | 2 |
| **Тема 6. Теплопровідність при граничних умовах третього роду.**<br>6.1. Загальні відомості.<br>6.2. Методи рішення. | 2 |
| **Тема 7. Променевий теплообмін.**<br>7.1. Основні поняття, визначення і закони.<br>7.2. Променевий теплообмін між тілами і методи зміни його інтенсивності.<br>7.3. Випромінювання газів. | 2 |
| **Тема 8. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів.**<br>8.1. Класифікація.<br>8.2. Розрахунок рекуперативного теплообмінника..<br>8.3. Методи інтенсифікації процесів теплопередачі. | 2 |
| **Разом за змістовий модуль 1** | 16 |
| *Змістовий модуль 2.* **Теплоенергетичні установки.** | |
| **Тема 9. Паливо та основи теорії горіння.**<br>9.1. Загальні відомості.<br>9.2 Склад і характеристика палива. Біопаливо і біоенергетичні установки.<br>9.3. Основи теорії горіння органічного палива.<br>9.4. Розрахунки процесів горіння палива. | 2 |
| **Тема 10. Теоретичні основи котельних установок. Конструкції котлів.**<br>10.1. Загальні відомості.<br>10.2. Схеми котельних установок.<br>10.3. Тепловий баланс парового котла.<br>10.4. Будова і характеристика котлів малої продуктивності.<br>10.5. Розрахунок поверхні нагріву.<br>10.6. Елементи конструкції котлів допоміжні системи і пристрої, вимірювальна техніка..<br>10.7.Особливості експлуатації котлових установок. | 2 |
| **Тема 11. Теплогенератори.**<br>11.1. Будова та робота теплогенератора.<br>11.2. Класифікація теплогенераторів. | 2 |
| **Тема 12. Водонагрівники. Електроопалювальні прилади.**<br>12.1. Будова та робота водонагрівників.<br>12.2. Класифікація водонагрівників.<br>12.3. Будова та робота електроопалювальних приладів.<br>12.4. Класифікація електроопалювальних приладів. | 2 |

| | |
|---|---|
| **Тема 13. Компресори, вентилятори. Холодильні установки.**<br>13.1. Загальні відомості та класифікація компресорів.<br>13.2. Принципи дії і будова поршневого компресора.<br>13.3. Компресорні установки.<br>13.4. Вентилятори.<br>13.5. Загальні відомості та класифікація холодильних установок.<br>13.6. Принципи дії і будова холодильних установок.<br>13.7. Холодильні установки. | 2 |
| **Тема 14. Двигуни внутрішнього згорання.**<br>14.1. Загальні відомості та класифікація.<br>14.2. Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання.<br>14.3. Тепловий баланс та техніко економічні показники.<br>14.4. Токсичність відпрацьованих вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння. | 2 |
| **Тема 15. Паротурбінні електричні станції.**<br>20.1. Загальні відомості та класифікація.<br>20.2. Показники теплової економічності роботи теплової електростанції.<br>20.3. Парогазові установки.<br>20.4. Атомні електростанції. | 2 |
| **Тема 16. Дизельні електростанції.**<br>21.1. Загальні відомості.<br>21.2. Класифікація дизельних електричних станцій. | 2 |
| **Разом за змістовий модуль 2** | **16** |
| **Всього** | **32** |

## 7.2. Практичні заняття

| Тема і зміст практичних занять | К-ть годин |
|---|---|
| *Змістовий модуль 1.* **Теоретичні основи теплотехніки.** | |
| **Тема 1. Основні поняття і визначення.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: термодинамічної система, газових сумішів, термодинамічних процесів. | 2 |
| **Тема 2. Термодинамічні процеси пороутворення.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: пароутворення при постійному тиску, параметри стану рідини і пари. | 2 |
| **Тема 3. Термодинаміка відкритих систем.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: витікання газів і пари, дроселювання, ідеального циклу паросилової установки. | 2 |
| **Тема 4. Теплопровідність.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: основного закону теплопровідності, теплопровідності при стаціонарному режимі. | 2 |
| **Тема 5. Конвективний теплообмін.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач закону тепловіддачі. | 2 |
| **Тема 6. Теплопровідність при граничних умовах третього роду.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теплопровідності при граничних умовах третього роду. | 2 |

| | |
|---|---|
| **Тема 7. Променевий теплообмін.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: променевого теплообміну між тілами і методи зміни його інтенсивності, випромінювання газів. | 2 |
| **Тема 8. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач розрахунку рекуперативного теплообмінника. | 2 |
| **Разом за змістовий модуль 1** | 16 |
| *Змістовий модуль 2.* **Теплоенергетичні установки.** | |
| **Тема 9. Паливо та основи теорії горіння.**<br>Засвоєння основних положень та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач: склад і характеристика палива, біопаливо і біоенергетичні установки, процесів горіння палива. | 2 |
| **Тема 10. Теоретичні основи котельних установок. Конструкції котлів.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики котлів та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ котельних установок. | 2 |
| **Тема 11. Теплогенератори**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики теплогенераторів та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ теплогенераторів. | 2 |
| **Тема 12. Водонагрівники. Електроопалювальні прилади.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики водонагрівників, електроопалювальних приладів та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ водонагрівників, електроопалювальних приладів. | 2 |
| **Тема 13. Компресори, вентилятори. Холодильні установки.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики: компресорів, вентиляторів, холодильних установок та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ компресорів, вентиляторів, холодильних установок. | 2 |
| **Тема 14. Двигуни внутрішнього згорання.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики двигунів внутрішнього згорання та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ двигунів внутрішнього згорання. | 2 |
| **Тема 15. Паротурбінні електричні станції.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики паротурбінних електричних станцій та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ паротурбінних електричних станцій. | 2 |
| **Тема 16. Дизельні електростанції.**<br>Засвоєння основних положень будови і характеристики дизельних електростанцій та напрацювання навиків проведення розрахунків і розв'язування задач теоретичних основ дизельних електростанцій. | 2 |
| **Разом за змістовий модуль 2** | **16** |
| **Всього** | **32** |

## 7.3. Самостійна робота

| Тема і зміст самостійної роботи | К-ть годин |
|---|---|
| *Змістовий модуль 1.* **Теоретичні основи теплотехніки** | |
| **Тема 1. Основні поняття і визначення.**<br>1.1. Вивчити про загальні відомості для вивчення дисципліни теплотехніка.<br>1.2. Вивчити основні положення термодинамічної системи: | 6 |

| | |
|---|---|
| - термодинамічні параметри стану термодинамічної системи.<br>- рівняння термодинамічної системи.<br>1.3. Вивчити характеристики газових суміші.<br>1.4. Вивити основні положення термодинамічного процесу.<br>1.5. Вивчити закони термодинаміки<br>- перший закон термодинаміки.<br>- другий закон термодинаміки. | |
| **Тема 2. Термодинамічні процеси пороутворення.**<br>2.1. Вивчити основні положення пароутворення при постійному тиску.<br>2.2. Вивчити параметри стану рідини і пари.<br>2.3. Вивчити процеси зміни стану пари.<br>2.4. Вивчити параметри вологого повітря. | 6 |
| **Тема 3. Термодинаміка відкритих систем.**<br>3.1. Вивчити загальні відомості термодинаміки відкритих систем.<br>3.2. Вивчити основні закономірності витікання газів і пари.<br>3.3. Вивчити основні закономірності дроселювання.<br>3.4. Вивчити ідеальний цикл паросилової установки. | 6 |
| **Тема 4. Теплопровідність.**<br>4.1. Вивчити основний закон теплопровідності.<br>4.2. Вивчити основні положення теплопровідності при стаціонарному режимі.<br>4.3. Вивчити основні положення теплопровідності при граничних умовах третього роду. | 6 |
| **Тема 5. Конвективний теплообмін.**<br>5.1. Вивчити загальні поняття і визначення теплообміну.<br>5.2. Опрацювати закон тепловіддачі. | 6 |
| **Тема 6. Теплопровідність при граничних умовах третього роду.**<br>6.1. Вивчити загальні відомості теплопровідності при граничних умовах третього роду.<br>6.2. Опрацювати методи рішення задач теплопровідності при граничних умовах третього роду. | 4 |
| **Тема 7. Променевий теплообмін.**<br>7.1. Вивчити основні поняття, визначення і закони променевого теплообміну.<br>7.2. Вивчити променевий теплообмін між тілами і методи зміни його інтенсивності.<br>7.3. Вивчити основні положення випромінювання газів. | 4 |
| **Тема 8. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів.**<br>8.1. Класифікація.<br>8.2. Розрахунок рекуперативного теплообмінника.<br>8.3. Методи інтенсифікації процесів теплопередачі. | 6 |
| **Разом за змістовий модуль 1** | 44 |
| *Змістовий модуль 2.* **Теплоенергетичні установки** | |
| **Тема 9. Паливо та основи теорії горіння.**<br>9.1. Вивчити загальні відомості про паливо та основи теорії горіння палива.<br>9.2. Вивчити склад і характеристика палива, біопалива і біоенергетичні установки.<br>9.3. Опрацювати основи теорії горіння органічного палива.<br>9.4. Опрацювати розрахунки процесів горіння палива. | 6 |

| | |
|---|---|
| **Тема 10. Теоретичні основи котельних установок. Конструкції котлів.**<br>10.1. Вивчити загальні відомості теоретичних основ котельних установок.<br>10.2. Опрацювати схеми котельних установок.<br>10.3. Вивчити тепловий баланс парового котла.<br>10.4. Вивчити будову і характеристики котлів малої продуктивності.<br>10.5. Опрацювати розрахунок поверхні нагріву.<br>10.6. Вивчити елементи конструкції котлів допоміжні системи і пристрої.<br>10.7. Вивчити особливості експлуатації котлових установок. | 4 |
| **Тема 11. Теплогенератори.**<br>11.1. Вивчити будову та робота теплогенератора.<br>11.2. Вивчити класифікацію теплогенераторів. | 6 |
| **Тема 12. Водонагрівники. Електроопалювальні прилади.**<br>12.1. Вивчити будову та робота водонагрівників.<br>12.2. Вивчити класифікацію водонагрівників.<br>12.3. Вивчити будову та роботу електроопалювальних приладів.<br>12.4. Вивчити класифікація електроопалювальних приладів. | 6 |
| **Тема 13. Компресори, вентилятори. Холодильні установки.**<br>13.1. Вивчити загальні відомості та класифікацію компресорів.<br>13.2. Вивчити принципи дії і будову поршневого компресора.<br>13.3. Опрацювати компресорні установки.<br>13.4. Опрацювати вентилятори.<br>13.5. Вивчити загальні відомості та класифікацію холодильних установок.<br>13.6. Вивчити принципи дії і будову холодильних установок. | 6 |
| **Тема 14. Двигуни внутрішнього згорання.**<br>14.1. Вивчити загальні відомості та класифікацію двигунів внутрішнього згорання.<br>14.2. Вивчити робочий цикл двигуна внутрішнього згорання.<br>14.3. Вивчити тепловий баланс та техніко економічні показники двигунів внутрішнього згорання.<br>14.4. Вивчити токсичність відпрацьованих вихлопних газів двигунів внутрішнього згоряння. | 6 |
| **Тема 15. Паротурбінні електричні станції.**<br>15.1. Вивчити загальні відомості та класифікацію електричних станцій.<br>15.2. Опрацювати показники теплової економічності роботи теплової електростанції.<br>15.3. Вивчити парогазові установки.<br>15.4. Вивчити атомні електростанції. | 4 |
| **Тема 16. Дизельні електростанції.**<br>16.1. Вивчити загальні відомості про дизельні електростанції.<br>16.2. Вивчити класифікацію дизельних електричних станцій. | 4 |
| **Разом за змістовий модуль 2** | **42** |
| **Всього** | **86** |

### 7.4. ОРІЄНТОВНА ТЕМАТИКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

**Змістовий модуль 1. Теоретичні основи теплотехніки.**

**„ Розрахунки теплообмінних апаратів”**

Визначити необхідну площу поверхні теплообміну у рекуперативному (пластичному, трубчастому) теплообмінному апараті, в якому гарячими газами нагрівається вода. Витрата

гарячих газів через апарат $m_Г$ кг/с, температура, з якою вони надходять до апарату $t_1'$ $^0$С. Вода подається в теплообмінник з температурою $t_2'$ $^0$С, а залишає його з температурою $t_2''$ ,$^0$С. Кількість води, яка проходить через ТА, становить $m_B$, кг/с. Коефіцієнт тепловіддачі від гарячих газів до зовнішньої поверхні теплообмінника становить $\alpha_1$, Вт/м$^2$ $^0$С, а від внутрішньої поверхні теплообмінника та води $\alpha_2$, Вт/м$_2$ $^0$С.

Розрахунок провести для прямотечійної та протитечійної схеми теплообмінника. Показати (на міліметрівці в масштабі) графіки зміни температур теплоносіїв для обох схем їх руху по тракту теплообмінного апарату.

**Вихідні дані (параметри вихідних даних для розрахунків задаються викладачем):**

Кількість води, яка проходить через ТА, $m_B$, кг/с;

Витрата гарячих газів через апарат $m_Г$ , кг/с;

Температура гарячих газів на вході $t_1'$ $^0$С;

Температура води на вході $t_2'$ $^0$С;

Температура води на виході $t_2''$ $^0$С;

Коефіцієнт тепловіддачі від гарячих газів до зовнішньої поверхні теплообмінника $\alpha_1$, Вт/м$^2$ $^0$С;

Коефіцієнт від внутрішньої поверхні теплообмінника до води $\alpha_2$, Вт/м$^2$ $^0$С;

Тип теплообмінного апарату

**Визначити.**

1. Кількість теплоти, яка передається від гарячих газів до води
2. Температура газів на виході з апарату:
3. Коефіцієнт теплопередачі від гарячих газів до води:
   а) в пластинчатому ТА
   б) в трубчатому ТА
4. Середньо – логарифмічний температурний перепад між теплоносіями в апараті.
   а) виконаному прямотечійною схемою
   б) виконаному протитечійною схемою
5. Поверхня теплообміну в апараті:
   *1. Пластичному:*
   а) при прямотечій ній схемі
   б) при протитечійній схемі
   *2. Трубчатому:*
   а) при прямотечій ній схемі
   б) при протитечійній схемі
6. Графіки зміни температур теплоносіїв по тракту апарату.

**Змістовий модуль 2. Теплоенергетичні установки.**
**„Проектування біогазової установки”**
**Завдання на проектування**

Вихідні дані для проектування біогазової установки задаються викладачем.

Проектування біогазової установки полягає у визначенні :

- виходу рідкого гною з тваринницької ферми та загального виходу біогазу;
- конструкційних параметрів біореактора;
- теплових витрат на роботу біореактора;
- коефіцієнта виходу товарного біогазу.

Зарисувати технологічну схему біогазової установки та конструкційну схему біореактора.

## 8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, практичних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання, в тому числі в системі Moodle.

Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал. Широко використовується метод проблемного викладення, дискусійне обговорення проблемних питань.

Практичні заняття проводяться у вигляді практикумів з виконанням індивідуальних та групових завдань. Застосування цих форм і методів дає можливість значно активізувати навчальний процес з дисципліни, систематизувати і поглибити знання, уміння та навички у здобувачів.

У разі дистанційного і змішаного навчання використовуються навчальна платформа Moodle Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи: ZOOM, , електронна пошта, мобільні додатки Viber.

## 9. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль з предмету «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» включає тематичне оцінювання та модульний контроль.

Тематичне оцінювання аудиторної та самостійної роботи студентів здійснюється на основі отриманих ними поточних оцінок за усні та письмові відповіді з предмету, самостійні, практичні та контрольні роботи.

Поточний контроль за виконанням ІНДЗ здійснюється відповідно до графіку виконання завдання.

Модульний контроль проводиться у формі комп'ютерного тестування.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі іспиту.

Кількість отриманих балів з кожного виду навчальних робіт за різними формами поточного контролю виставляється студентам у журнал академічної групи та електронний журнал після кожного контрольного заходу.

Підсумковий контроль навчальної діяльності студентів здійснюється у формі іспиту, який включає результати поточного контролю (тематичного оцінювання, виконання ІНДЗ та модульного контролю) та результати іспиту, що проводиться у формі комп'ютерного тестування у системі дистанційного навчання Moodle.

## 10. ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Оцінка за лекційне заняття виставляється за активність студента в дискусії, якість конспекту.

Оцінку на практичному занятті студент отримує за виконані практичні роботи, командні проекти, зроблені доповіді, презентації, активність під час дискусій.

Під час модульного контролю засобами оцінювання результатів навчання з дисципліни є стандартизовані комп'ютерні тести.

## 11. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль успішності здобувачів вищої освіти здійснюється за чотирирівневою шкалою – «2», «3», «4», «5».

**Критерії оцінювання результатів навчання**
**за чотирирівневою шкалою**

| Бали | Критерії оцінювання |
|---|---|
| **«Відмінно»** | Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано завдання. Водночас здобувач вищої освіти має продемонструвати вміння аналізувати і оцінювати явища, факти і процеси, застосовувати наукові методи для аналізу конкретних ситуацій, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів, докладно обґрунтувати свої твердження та висновки. |
| **«Добре»** | Отримують за роботу, в якій повністю і правильно виконано 75 % завдань. Водночас здобувач вищої освіти виявляє навички аналізувати і оцінювати явища, факти і події, робити самостійні висновки, на основі яких прогнозувати можливий розвиток подій і процесів та докладно обґрунтувати свої твердження та висновки. |
| **«Задовільно»** | Отримують за роботу, в якій правильно виконано 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти не виявив вміння аналізувати і оцінювати явища, факти та недостатньо обґрунтував твердження та висновки, недостатньо орієнтується у навчальному матеріалі. |
| **«Незадовільно»** | Отримують за роботу, в якій виконано менш як 60 % завдань. При цьому здобувач вищої освіти демонструє невміння аналізувати явища, факти, події, робити самостійні висновки та їх обґрунтувати, що свідчить про те, що студент не оволодів програмним матеріалом. |

Підсумкова оцінка з дисципліни виставляється за 100-бальною шкалою. Вона обчислюється як середнє арифметичне значення (САЗ) всіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням їх у бали за такою формулою:

$$\text{БПК} = \frac{\text{САЗ} \times \max \text{ПК}}{5},$$

де *БПК* – бали з поточного контролю; *САЗ* – середнє арифметичне значення усіх отриманих студентом оцінок (з точністю до 0,01); *max ПК* – максимально можлива кількість балів з поточного контролю.

Відсутність студента на занятті у формулі приймається як «0».

**Шкала оцінювання успішності здобувачів вищої освіти**

| За 100-бальною шкалою | За шкалою ECTS | За національною шкалою | |
|---|---|---|---|
| | | іспит | залік |
| 90-100 | A | Відмінно | Зараховано |
| 82-89 | B | Добре | |
| 75-81 | C | | |
| 64-74 | D | Задовільно | |
| 60-63 | E | | |
| 35-59 | FX | Незадовільно (не зараховано) з можливістю повторного складання | |
| 1-34 | F | Незадовільно (не зараховано) з обов'язковим повторним вивченням | |

**Розподіл балів, що присвоюється здобувачам вищої освіти за підсумкового контролю «екзамен»**

| Види робіт | Лекції | Практичні заняття | Самостійна робота | Модульний контроль | ІНДЗ | Екзамен | Загальний бал |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Максимально можлива кількість балів | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 30 | 100 |

## 12. ПЕРЕЛІК НАОЧНИХ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

***Наочні засоби:***

1. Слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point;

***Технічні засоби:***

1. Котли твердопаливні ARS-1000-2шт;
2. Котел пароутворювач;
3. Котли газові Ygnis потужністю 0,62 МВт-3шт;
4. Когенераційна установка потужністю 50 кВт для виробництва електричної і теплової енергії з органічних видів палив;
5. Холодильний агрегат;
6. Електричний теновий нагрівач;
7. Індукційний нагрівач;
8. Мікрохвилюовий нагрівач;
9. Вентиляційна установка;
10. Кондиціонер.

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

**Основна література**


1. Теплоенергетичні установки і системи: навч. посіб. / Горобець В. Г.; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - Київ : Компринт, 2018. - 392 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 388. - 300 прим.
2. Драганов Б.Х. та інші Теплотехніка: Підручник. Київ „ІНКОС”, 2005. 400с.
3. Миронов О.С. та інші Теплотехніка основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві: Посібник – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011-424с.
4. М.М. Сенчук, О.І. Кепко. Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з дисципліни «Теплотехніка та теплоенергетичні установки» для студентів ОР «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Біла Церква, 2022. - 70 с.
5. Теплотехніка: Навчально-методичний посібник з організації самостійної роботи та проведення лабораторно-практичних занять для студентів біолого-технологічного факультету за кредитно-модульною системою навчання/М.М. Сенчук – Біла Церква, 2007. 250 с.
6. Arthur M. Greene (Author). Heat Engineering: A Text Book of Applied Thermodynamics, for Engineers and Students, in Technical Schools (Classic Reprint) Paperback. 2017. 484 p.


**Додаткова література**


1. Дідур В.А. Стручаєв М.І. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві: навч. підручник. Київ, 2008. 233с.
2. Ларин А. А. История теплотехники : учеб. пособие / А. А. Ларин,Д. Ю. Журило ; [Нац. техн. ун-т "Харьков. политехн. ин-т"]. –Харьков : НТУ «ХПИ», 2018. – 125 с.

3. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка [Текст] : підручник / О. Ф. Буляндра. – 2-ге. вид., випр. – К. : Техніка, 2006. 320 с.
4. Драганов Б.Х. Проектування систем теплопостачання сільського господарства: Навч. посіб/ Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.В. Міщенко, В.В. Шутюк; За ред. Б.Х. Драганова - Техніка, 2003. 161 с.
5. Коновалова С.О. Теплотехніка та теплоенергетика : курс лекцій для студентів металургійних спеціальностей. Ч. 1. Теплотехніка / С.О.Коновалова, А.П. Авдєєнко. – Краматорськ: ДДМА, 2009. 300 с.
6. Миронов О.С. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну. / Миронов О.С., Брижа М.Р., Бойко В.Б., Золотовська О.В. – Дніпропетровськ: ТОВ«ЕНЕМ», 2011. 424 с.

**Адреси сайтів в INTERNET**

1. https://btsau.edu.ua – сайт БНАУ
2. https://teach.btsau.net.ua – сайт системи дистанційного Е- навчання БНАУ
3. Бібліотеки України ( каталоги і повні тексти) http://www.e-catalog.name/x/x/x.exe?LNG=&C21COM=S&I21DBN=NBUV&P21DBN=NBUV&S21FMT=infow_wh&S21ALL=(<.>K%3Dмеханізація<.>)&Z21ID=&S21SRW=TIPVID&S21SRD=&S21STN=1&S21REF=10S21CNR=&S21CNR=20
4. Наукова бібліотека Національного університету біоресурсів і природокористування України http://irb.nubip.edu.ua/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=NUBIP&P21DBN=NUBIP&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=Механізація%20лісогосподарських%20робіт
5. www.google.com.ua – пошуковий сервер
6. www.nbuv.gov.ua – Національна бібліотека України ім. Вернадського.