

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

«Затверджую»  
Завідувач кафедри енергетики  
та електротехнічних систем  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.  
(Чепижий А.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

(ОК 23) Теплоенергетичні установки і системи

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Факультет: Інженерно-технологічний

Робоча програма з дисципліни *Теплоенергетичні установки і системи* для студентів за спеціальністю *141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*.

Розробники:


*к.т.н., доцент* Чепіжний А.В. (  )  
(прізвище, ініціали)

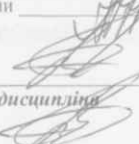
Робочу програму схвалено на засіданні кафедри *енергетики та електротехнічних систем*.

Протокол від *«08» червня 2020 року №20*

Завідувач кафедри  ( Чепіжний А.В. )  
(прізвище та ініціали)

Погоджено:

Гарант освітньої програми  (Чепіжний А.В.)

Декан факультету  (Довжик М.Я.)  
*на якому викладається дисципліна*

Декан факультету  (Довжик М.Я.)  
*до якого належить кафедра*

Методист відділу якості освіти, ліцензування та акредитації Іван Ф. Чорний

Зареєстровано в електронній базі: дата: 07.07. 2020 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників  | Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь                                 | Характеристика навчальної дисципліни<br>денна форма навчання |
|--|---|--|
| Кількість кредитів - <i>6</i>  | Галузь знань:<br><i>14 Електрична інженерія</i>                                   | <i>Нормативна</i>  |
| Модулів - <i>3</i>   | Спеціальність:<br><i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i> | Рік підготовки:  |
| Змістових модулів - <i>7</i>   |   | 2020-2021-й  |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання: -   |   | Курс   |
| Загальна кількість годин - <i>180</i>  |   | 2 с.т.   |
|  |   | Семестр  |
| Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних - <i>4</i><br>самостійної роботи студента - <i>8</i> | Освітній ступінь:<br><i>бакалавр</i>  | 3 (о)  |
|  |   | Лекції   |
|  |   | 30 год   |
|  |   | Практичні, семінарські                                       |
|  |   | -  |
|  |   | Лабораторні  |
|  |   | 46 год   |
| Самостійна робота  |   |  |
| 104 год  |   |  |
| Індивідуальні завдання:  |   |  |
| -  |   |  |
| Вид контролю:  |   |  |
| іспит,   |   |  |
| захист модульних курсових  |   |  |
| проектів   |   |  |

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

- для денної форми навчання - *42/58 (76/104)*.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** підготовка кваліфікованих інженерних кадрів в області теплоенергетичних установок і систем у сільському господарстві. Ефективне вирішення проблеми енергозбереження можливо лиш при умові врахування всіх складових системи теплопостачання, а також сучасних досягнень в указаній області.

Ефективність системи теплопостачання залежить не тільки від основного теплоенергетичного устаткування, а також від системи зв'язку між ними.

В системах теплопостачання крім традиційних джерел енергії, знайдуть застосування нетрадиційні і відновлювальні джерела енергії. Ці питання входять в розроблену програму.

Енергетичне господарство і, в першу чергу, система теплоенергетичне обладнання і система теплопостачання виробничих та побутових споживачів, є важливою частиною економіки країни.

**Завдання:** основними завданнями вивчення дисципліни «Теплоенергетичні установки і системи» є придбання студентами навичок у вирішенні конкретних інженерних завдань по проектуванню, використанню теплоенергетичного обладнання та мереж. А також в цілому ефективно вирішувати проблему теплопостачання сільського господарства.

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:**

**знати:**

- загальні відомості про джерела теплової енергії;
- склад і характеристика палива;
- види палива;
- основи теорії горіння органічного палива;
- закономірності горіння і способи розрахунку твердого, рідкого та газоподібного палива;
- будову котельних установок;
- принципи роботи топкового обладнання, парових та водогрійних котлів;
- застосування допоміжного обладнання котельної установки;
- організацію водного господарства та водних режимів котлів;
- призначення зовнішнього обладнання котлоагрегатів;
- будову електростанцій з двигунами внутрішнього згоряння, їх компоновку;
- загальні відомості про машини для переміщення стисненого повітря;
- компресорні машини та вентилятори;
- номенклатуру та застосування нагрівальних приладів, теплогенераторів, водонагрівачів, калориферів;
- основи газопостачання в сільському господарстві: в виробничій сфері та в житловому секторі;
- класифікацію і принципів схеми систем теплопостачання;
- способи прокладання теплових мереж та їх основні елементи;
- особливості використання відновлюваних та вторинних енергоресурсів у сільському господарстві.

**вміти:**

- застосовувати на практиці основні теоретичні відомості про теплоенергетичне устаткування і системи;
- виконувати теплові розрахунки, що відносяться до систем теплопостачання;
- виконувати на високому науковому і практичному рівні експлуатацію теплоенергетичних установок;
- знаходити шляхи і засоби підвищення ефективності роботи теплоенергетичних пристроїв і систем;
- вирішувати енергозберігаючі і економічні проблеми в області систем теплопостачання.

### 3. Програма навчальної дисципліни

Затверджена Вченою радою СНАУ, протокол №12 від 02 липня 2018 р.

#### МОДУЛЬ 1. ПАЛИВО ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

##### *Змістовий модуль 1. Згорання органічного палива*

**Тема 1. Джерела теплової енергії.** Загальні відомості. Джерела теплової енергії. Енергетичні ресурси. Використання енергетичних і теплових ресурсів.

**Тема 2. Паливо.** Загальні відомості. Склад і характеристика палива. Тверде паливо. Рідке паливо. Газоподібне паливо. Паливне господарство.

**Тема 3. Основи теорії горіння органічного палива.** Загальні відомості. Кінетичні основи процесу горіння. Фізичні уявлення про горіння палива. Горіння твердого палива. Горіння рідкого палива. Способи спалювання рідкого палива.

**Тема 4. Горіння газоподібного палива.** Розрахунки процесів горіння палива. Витрата повітря, необхідного для горіння. Склад і об'єм продуктів згорання. Ентальпія продуктів згорання.

##### *Змістовий модуль 2. Котельні установки*

**Тема 5. Котельні установки.** Тепловий та енергетичний баланси котельного агрегату. Принципіальна схема котельної установки. Тепловий та енергетичний баланси котла. Обладнання для спалювання палива.

**Тема 6. Топкове обладнання. Парові та водогрійні котли.** Топкове обладнання. Загальні відомості. Характеристики топкового обладнання. Парові та водогрійні котли. Парові котли. Водогрійні котли. Особливості експлуатації парових та водогрійних котлів.

**Тема 7. Допоміжне обладнання котельної установки.** Допоміжні поверхні нагріву котельних агрегатів. Економайзери. Повітропідігрівники. Пароперегрівники. Експлуатація та обслуговування допоміжного обладнання котельної установки.

**Тема 8. Водне господарство та водний режим котлів.** Внутрішньо котлові процеси у котельних агрегатах. Характеристики котлової води. Технологічний процес водопідготовки. Підготовка води до живлення котла. Внутрішньо котлова гідродинаміка.

**Тема 9. Зовнішнє обладнання котлоагрегатів.** Тяго-дутьове обладнання. Живильні пристрої. Шлакособидалення. Золоуловлювання. Контрольно-вимірвальні прилади. Армування котлів і трубопроводів. Гарнітура котлів. Компонівка котельних.

#### МОДУЛЬ 2. ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

##### *Змістовий модуль 3. Мобільні електроагрегати*

**Тема 10. Електростанції з двигунами внутрішнього згорання.** Загальні відомості. Класифікація. Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання та його основні показники. Тепловий баланс двигуна.

**Тема 11. Компонівка дизельних електростанцій.** Схеми забезпечення роботи первинних двигунів ДЕС. Автоматизація дизель-електричних агрегатів. Експлуатація електроагрегатів.

##### *Змістовий модуль 4. Технічні засоби переміщення і нагрівання повітря*

**Тема 12. Компресорні машини.** Загальні відомості. Машини для переміщення повітря. Класифікація компресорів. Поршнєві компресори. Будова поршневого компресора. Основні показники роботи компресора.

**Тема 13. Теплогенератори. Водонагрівачі.** Пристрої для підігріву води та повітря. Теплогенератори. Водонагрівачі.

**Тема 14. Вентилятори.** Вентилятори. Типи вентиляторів та їх характеристики. Вибір вентиляторів.

**Тема 15. Калорифери.** Калорифери. Класифікація, будова та компонентівка калориферів. Розрахунок калориферів.

##### *Змістовий модуль 5. Забезпечення сільського господарства газовим паливом*

**Тема 16. Газопостачання сільського господарства.** Нормативні вимоги при використанні газового господарства. Споживачі. Норми та режими споживання газу. Системи постачання природним газом. Газопроводи та їх обладнання. Постачання зрідженим газом.

**Тема 17. Газифікація приватних будинків.** Газові опалювальні апарати та прилади. Газообладнання котельних. Пальникові пристрої. Заходи безпеки для приватних споживачів газу.

**Тема 18. Газове опалення.** Застосування газу в тепличному господарстві. Газове опалення тваринницьких та птахівницьких приміщень. Застосування газу для сушіння продуктів сільськогосподарства. Зберігання плодовоовочевої продукції в газовому середовищі. Застосування газу як пального для автомобілів та при виконанні слюсарно-ремонтних робіт.

### **МОДУЛЬ 3. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**

**Змістовий модуль 6. Централізоване теплопостачання сільськогосподарських об'єктів**

**Тема 19. Системи теплопостачання.** Класифікація споживачів теплоти. Підбір котлів. Графіки теплового навантаження. Подача теплової енергії сільським споживачам. Застосування відновлюваних джерел теплової енергії для опалення.

**Тема 20. Класифікація і принципів схем систем теплопостачання.** Теплові підстанції (пункти). Регулювання відпуску теплової енергії.

**Тема 21. Теплові мережі.** Загальні відомості. Способи прокладання теплових мереж. Основні елементи теплових мереж. Експлуатація теплових мереж.

**Тема 22. Розрахунки мереж.** Гідравлічний розрахунок теплових мереж. Тепловий розрахунок. Конструювання теплопроводів.

#### **Змістовий модуль 7. Альтернативне теплопостачання**

**Тема 23. Відновлювані та вторинні енергоресурси у сільському господарстві. Сонячна енергія.** Сонячне випромінювання. Системи сонячного енергопостачання. Класифікація систем. Пасивні системи сонячного опалення. Основні елементи активних систем сонячного тепло- і холодопостачання. Проектування систем опалення приміщень із застосуванням сонячного світла. Схеми систем сонячного теплопостачання. Системи сонячного охолодження. Фотоелектричні перетворювачі. Використання сонячної енергії у сільськогосподарському виробництві.

**Тема 24. Теплонасосні установки в сільському господарстві.** Загальні відомості. ККД і методика розрахунку установки із тепловим насосом.

### **Орієнтовний перелік тем лабораторних занять**

#### **МОДУЛЬ 1. ПАЛИВО ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ**

1. Основні показники палива.
2. Устрій котельної установки і її елементів.
3. Визначення витрати повітря і коефіцієнту надлишку повітря.
4. Розрахунки об'ємів повітря і продуктів згоряння.
5. Розрахунки ентальпій повітря і продуктів згоряння.
6. Розрахунок теплового балансу котла.
7. Розрахунки топкових камер.
8. Розрахунок поверхонь нагрівання котлоагрегатів.
9. Вибір і розрахунок допоміжного обладнання.

#### **МОДУЛЬ 2. ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ**

1. Системи опалення житлових, громадських та виробничих будівель.
2. Визначення теплових навантажень в системі опалення.
3. Системи вентиляції житлових, громадських та виробничих будівель.
4. Організація переміщення повітря в приміщеннях.
5. Системи опалення і вентиляції тваринницьких будівель.
6. Особливості розрахунків для тваринницьких приміщень.
7. Теплотехнічний розрахунок споруджень закритого ґрунту.
8. Особливості розрахунків для приміщень захищеного ґрунту.
9. Проектування систем створення мікроклімату в овочесховищах.

#### **МОДУЛЬ 3. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ**

1. Розрахунки сушарок сільськогосподарських продуктів.
2. Конструктивний розрахунок сушарок.
3. Вибір технологічного обладнання сушильної установки.

4. Проектування систем теплопостачання в сільському господарстві.
5. Ув'язка джерела теплової енергії та споживачів.
6. Проектування теплової мережі.
7. Конструювання теплопроводів.
8. Застосування відновлюваних джерел теплової енергії для опалення.
9. Проектування систем опалення приміщень із застосуванням сонячного світла.

#### Самостійна робота студентів

##### *Частина 1. Самостійна підготовка до занять*

| Теми самостійної роботи   | Сторінки із літературних джерел |
|---|---------------------------------|
| <b>МОДУЛЬ 1. ПАЛИВО ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ</b>                                   |                                 |
| 1. Джерела теплової енергії. Паливо.  | [1, с. 130-136]; [2, с. 18-18]  |
| 2. Основи теорії горіння органічного палива.  | [1, с. 136-144]; [2, с. 8-25]   |
| 3. Горіння газоподібного палива.  | [1, с. 147-52]; [2, с. 26-31]   |
| 4. Котельні установки. Тепловий та енергетичний баланс котельного агрегату.             | [1, с. 145-148]; [2, с. 32-39]  |
| 5. Топкове обладнання. Парові та водогрійні котли.                                      | [1, с. 149-157]; [2, с. 40-54]  |
| 6. Допоміжне обладнання котельної установки.  | [1, с. 158-160]; [2, с. 55-59]  |
| 7. Водне господарство та водний режим котлів.   | [2, с. 60-67]                   |
| 8. Зовнішнє обладнання котлоагрегатів.  | [2, с. 67-77]                   |
| <b>МОДУЛЬ 2. ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ</b> |                                 |
| 9. Електростанції з двигунами внутрішнього згорання.                                    | [1, с. 174-180]; [2, с. 83-91]  |
| 10. Компоновка дизельних електростанцій.  | [1, с. 174-180]; [2, с. 91-98]  |
| 11. Компресорні машини.   | [1, с. 166-170]; [2, с. 99-107] |
| 12. Теплогенератори. Водонагрівачі.   | [1, с. 160-165]; [2, с. 78-83]  |
| 13. Вентилятори.  | [1, с.171-174]; [2, с.157-164]  |
| 14. Калорифери.   | [2, с. 164-169]                 |
| 15. Газопостачання сільського господарства.   | [2, с. 199-209]                 |
| 16. Газифікація приватних будинків.   | [2, с. 209-215]                 |
| 17. Газове опалення.  | [2, с. 209-219]                 |
| <b>МОДУЛЬ 3. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ</b>                       |                                 |
| 18. Системи теплопостачання   | [2, с. 169-175]; [5, с. 51-59]  |
| 19. Класифікація і принципові схеми систем теплопостачання                              | [1, с.336-343]; [2, с.176-187]  |
| 20. Теплові мережі  | [2, с. 188-193]; [5, с. 60-90]  |
| 21. Розрахунки мереж.   | [5, с. 140-208]                 |
| 22. Відновлювані та вторинні енергоресурси у сільському господарстві. Сонячна енергія.  | [1, с.193-198]; [2, с.108-131]  |
| 23. Енергія вітру   | [1, с.368-375]; [2, с.132-139]  |
| 24. Біоенергетичні установки  | [1, с.378-381]; [2, с.140-146]  |
| 25. Вторинні енергетичні ресурси  | [1, с.354-356]; [2, с.147-153]  |
| 26. Теплонасосні установки  | [1, с.382-385]; [2, с.154-157]  |

##### *Частина 2. Виконання індивідуальних завдань*

До складу індивідуального завдання включено виконання модульного курсового проекту.

**Мета модульного курсового проекту:** закріплення студентами теоретичних знань, набутих практичних навичок, формування здібності самостійно вирішувати конкретні інженерні задачі.

**Завдання модульного курсового проекту:** на основі викладеного матеріалу студент виконує модульний курсовий проект по одній із названих тем. В ході проектування студенти виконують розрахунки щодо обґрунтування системи теплопостачання, того чи іншого об'єкту, вибору котельного агрегату або джерела енергії.

Модульний курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної записки обсягом 25-30 сторінок рукописного тексту та 2-3 аркушів креслень формату А1.

## **Орієнтовний склад проекту:**

### **I. Пояснювальна записка.**

#### Вступ

1. Аналіз сучасного стану розвитку техніки в заданій галузі.
2. Технологічна частина.
  - 2.1. Вибір та обґрунтування технологічної схеми об'єкту, що проектується (мережі тепlopостачання, системи опалення, котельної установки, технологічних споживачів теплової енергії).

2.2. Розрахунок матеріальних ресурсів.

2.3. Підбір технологічного обладнання.

2.4. Теплові та гідравлічні розрахунки.

2.5. Організація експлуатації та ремонту обладнання.

#### 3. Архітектурно-будівельна частина.

3.1. Генеральний план (при потребі).

3.2. Архітектурні та монтажні креслення.

#### 4. Охорона праці та навколишнього середовища.

#### 5. Техніко-економічні розрахунки.

#### Висновки

Список використаної літератури.

### **II. Орієнтовний перелік графічного матеріалу проекту**

Генеральний план.

Монтажний план об'єкту, що проектується.

Технологічна схема об'єкту.

Графіки організації процесів та витрат тепло та матеріальних ресурсів.

### **Орієнтовна тематика курсових проектів:**

1. Проектування водогрійної теплової установки.
2. Проектування мазутної котельної установки.
3. Проектування парових котлів.
4. Проектування котельних на газовому, твердому або рідкому паливі.
5. Проектування котлів виробничих технологічних схем.
6. Проектування комбінованих енерготехнологічних агрегатів.
7. Проектування систем опалення житлових, громадських та виробничих приміщень.
8. Проектування систем вентиляції житлових, громадських та виробничих приміщень.
9. Проектування систем опалення та вентиляції тваринницьких приміщень. Проектування систем опалення та вентиляції приміщень закритого ґрунту.
10. Проектування систем мікроклімату в сховищах.
11. Тепловий розрахунок зернової сушарки.
12. Проектування систем тепlopостачання різноманітних сільгоспідприємств.
13. Проектування систем сонячного опалення та гарячого водопостачання.



## 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем  | Кількість годин |              |      |      |      |    |
|--|-----------------|--------------|------|------|------|----|
|  | денна форма     |              |      |      |      |    |
|  | усього          | у тому числі |      |      |      |    |
| л  |                 | п            | лаб. | інд. | с.р. |    |
| <b>МОДУЛЬ 1. ПАЛИВО ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ</b>                                    |                 |              |      |      |      |    |
| <i>Змістовий модуль 1. Згоряння органічного палива</i>                                   |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 1. Джерела теплової енергії   | 4               | 2            | -    | -    | -    | 2  |
| Тема 2. Паливо   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 2  |
| Тема 3. Основи теорії горіння органічного палива   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 2  |
| Тема 4. Горіння газоподібного палива   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 2  |
| Разом за змістовим модулем 1   | 34              | 8            | -    | 12   | -    | 8  |
| <i>Змістовий модуль 2. Котельні установки</i>  |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 5. Котельні установки. Тепловий та енергетичний баланси котельного агрегату         | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 2  |
| Тема 6. Топкове обладнання. Парові та водогрійні котли                                   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 4  |
| Тема 7. Допоміжне обладнання котельної установки   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 4  |
| Тема 8. Водне господарство та водний режим котлів  | 4               | -            | -    | -    | -    | 4  |
| Тема 9. Зовнішнє обладнання котлоагрегатів   | 10              | 2            | -    | 4    | -    | 4  |
| Разом за змістовим модулем 2   | 44              | 8            | -    | 16   | -    | 18 |
| Усього годин за модуль 1   | 78              | 16           | -    | 28   | -    | 26 |
| <b>МОДУЛЬ 2. ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕМІЩЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ</b>  |                 |              |      |      |      |    |
| <i>Змістовий модуль 3. Мобільні електроагрегати</i>                                      |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 10. Електростанції з двигунами внутрішнього згоряння                                | 4               | -            | -    | -    | -    | 4  |
| Тема 11. Компонівка дизельних електростанцій   | 4               | -            | -    | -    | -    | 4  |
| Разом за змістовим модулем 3   | 8               | -            | -    | -    | -    | 8  |
| <i>Змістовий модуль 4. Технічні засоби переміщення і нагрівання повітря</i>              |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 12. Компресорні машини  | 4               | -            | -    | -    | -    | 4  |
| Тема 13. Теплогенератори. Водонагрівачі  | 6               | 2            | -    | -    | -    | 4  |
| Тема 14. Вентилятори   | 4               | -            | -    | -    | -    | 4  |
| Тема 15. Калорифери  | 6               | 2            | -    | -    | -    | 4  |
| Разом за змістовим модулем 4   | 20              | 4            | -    | -    | -    | 16 |
| <i>Змістовий модуль 5. Забезпечення сільського господарства газовим паливом</i>          |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 16. Газопостачання сільського господарства  | 8               | 2            | -    | -    | -    | 6  |
| Тема 17. Газифікація приватних будинків  | 6               | -            | -    | -    | -    | 6  |
| Тема 18. Газове опалення   | 12              | 2            | -    | 4    | -    | 6  |
| Разом за змістовим модулем 5   | 26              | 4            | -    | 4    | -    | 18 |
| Усього годин за модуль 2   | 54              | 8            | -    | 4    | -    | 42 |
| <b>МОДУЛЬ 3. ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ</b>                        |                 |              |      |      |      |    |
| <i>Змістовий модуль 6. Централізоване тепlopостачання сільськогосподарських об'єктів</i> |                 |              |      |      |      |    |
| Тема 19. Системи тепlopостачання   | 12              | 2            | -    | 4    | -    | 6  |
| Тема 20. Класифікація і принципові схеми систем тепlopостачання                          | 8               | 2            | -    | -    | -    | 6  |
| Тема 21. Теплові мережі  | 12              | 2            | -    | 4    | -    | 6  |
| Тема 22. Розрахунки мереж  | 10              | -            | -    | 4    | -    | 6  |
| Разом за змістовим модулем 6   | 42              | 6            | -    | 12   | -    | 24 |

| Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин |              |          |           |          |            |
|---|-----------------|--------------|----------|-----------|----------|------------|
|   | деяка форма     |              |          |           |          |            |
|   | усього          | у тому числі |          |           |          |            |
| л   |                 | п            | лаб.     | інд.      | с.р.     |            |
| <i>Змістовий модуль 7. Альтернативне теплопостачання</i>  |                 |              |          |           |          |            |
| <b>Тема 23.</b> Відновлювані та вторинні енергоресурси у сільському господарстві. Сонячна енергія | 6               | -            | -        | -         | -        | 6          |
| <b>Тема 24.</b> Теплонасосні установки в сільському господарстві                                  | 8               | -            | -        | 2         | -        | 6          |
| <b>Разом за змістовим модулем 7</b>   | <b>14</b>       | <b>-</b>     | <b>-</b> | <b>2</b>  | <b>-</b> | <b>12</b>  |
| <b>Усього годин за модуль 3</b>   | <b>56</b>       | <b>6</b>     | <b>-</b> | <b>14</b> | <b>-</b> | <b>36</b>  |
| <b>ІНДЗ</b>   | <b>-</b>        | <b>-</b>     | <b>-</b> | <b>-</b>  | <b>-</b> | <b>-</b>   |
| <b>Усього годин</b>   | <b>188</b>      | <b>30</b>    | <b>-</b> | <b>46</b> | <b>-</b> | <b>104</b> |

#### 5. Темі та план лекційних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | <b>Тема 1. Джерела теплової енергії.</b><br>1. Загальні відомості.<br>2. Джерела теплової енергії.<br>3. Енергетичні ресурси.   | 2               |
| 2     | <b>Тема 2. Паливо.</b><br>1. Загальні відомості.<br>2. Склад і характеристика палива.<br>3. Тверде паливо.<br>4. Рідке паливо.<br>5. Газоподібне паливо.  | 2               |
| 3     | <b>Тема 3. Основи теорії горіння органічного палива.</b><br>1. Загальні відомості.<br>2. Кінетичні основи процесу горіння.<br>3. Фізичні уявлення про горіння палива.   | 2               |
| 4     | <b>Тема 4. Горіння газоподібного палива.</b><br>1. Розрахунки процесів горіння палива.<br>2. Витрата повітря, необхідного для горіння.<br>3. Склад і об'єм продуктів згорання.<br>4. Ентальпія продуктів згорання.              | 2               |
| 5     | <b>Тема 5. Котельні установки. Тепловий та енергетичний баланс котельного агрегату.</b><br>1. Принципіальна схема котельної установки.<br>2. Тепловий та енергетичний баланс котла.   | 2               |
| 6     | <b>Тема 6. Топкове обладнання. Парові та водогрійні котли.</b><br>1. Топкове обладнання. Загальні відомості.<br>2. Характеристики топкового обладнання.<br>3. Парові та водогрійні котли. Парові котли.<br>4. Водогрійні котли. | 2               |
| 7     | <b>Тема 7. Допоміжне обладнання котельної установки.</b><br>1. Допоміжні поверхні нагріву котельних агрегатів.<br>2. Економайзери.<br>3. Повітропідігрівники.<br>4. Пароперегрівники.   | 2               |
| 8     | <b>Тема 9. Зовнішнє обладнання котлоагрегатів.</b><br>1. Тяго-дутьове обладнання.<br>2. Живильні пристрої.<br>3. Шлакозоловидалення. Золоуловлювання.   | 2               |

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
|       | 4. Контрольно-вимірювальні прилади.<br>5. Арматура котлів і трубопроводів. Гарнітура котлів.<br>6. Компонівка котельних.  |                 |
| 9     | <b>Тема 13. Теплогенератори. Водонагрівачі.</b><br>1. Теплогенератори.<br>2. Водонагрівачі.   | 2               |
| 10    | <b>Тема 15. Калорифери.</b><br>1. Калорифери.<br>2. Класифікація, будова та компоівка калориферів.<br>3. Розрахунок калориферів.  | 2               |
| 11    | <b>Тема 16. Газопостачання сільського господарства.</b><br>1. Споживачі. Норми та режими споживання газу.<br>2. Системи постачання природним газом.<br>3. Газопроводи та їх обладнання.<br>4. Постачання зрідженим газом.   | 2               |
| 12    | <b>Тема 18. Газове опалення.</b><br>1. Застосування газу в тепличному господарстві.<br>2. Газове опалення тваринницьких та птахівницьких приміщень.<br>3. Застосування газу для сушіння продуктів сільського господарства.<br>4. Зберігання плодоовочевої продукції в газовому середовищі.<br>5. Застосування газу як пального для автомобілів та при виконанні слюсарно-ремонтних робіт. | 2               |
| 13    | <b>Тема 19. Системи теплопостачання.</b><br>1. Класифікація споживачів теплоти.<br>2. Підбір котлів.<br>3. Графіки теплового навантаження.  | 2               |
| 14    | <b>Тема 20. Класифікація і принципіві схеми систем теплопостачання.</b><br>1. Теплові підстанції (пункти).<br>2. Регулювання відпуску теплової енергії.   | 2               |
| 15    | <b>Тема 21. Теплові мережі.</b><br>1. Загальні відомості.<br>2. Способи прокладання теплових мереж.<br>3. Основні елементи теплових мереж.  | 2               |
|       | <b>Разом</b>  | <b>30</b>       |

#### 6. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Основні показники палива  | 4               |
| 2     | Визначення витрати повітря і коефіцієнту надлишку повітря                       | 4               |
| 3     | Визначення об'ємів повітря і продуктів згорання                                 | 4               |
| 4     | Визначення ентальпій повітря і продуктів згорання                               | 4               |
| 5     | Розрахунок теплового балансу котла  | 4               |
| 6     | Розрахунок топкових камер   | 4               |
| 7     | Розрахунок поверхонь нагрівання котлоагрегатів                                  | 4               |
| 8     | Системи опалення житлових, громадських та виробничих будівель                   | 4               |
| 9     | Визначення теплових навантажень в системі опалення                              | 4               |
| 10    | Вивчення будови системи вентиляції житлових, громадських та виробничих будівель | 4               |
| 11    | Системи опалення і вентиляції тваринницьких будівель                            | 4               |
| 12    | Особливості розрахунків для тваринницьких приміщень                             | 2               |
|       | <b>Разом</b>  | <b>46</b>       |

## 7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Джерела теплової енергії  | 2               |
| 2     | Паливо  | 4               |
| 3     | Основи теорії горіння органічного палива  | 4               |
| 4     | Горіння газоподібного палива  | 4               |
| 5     | Котельні установки. Тепловий та енергетичний баланси котельного агрегату          | 4               |
| 6     | Топкове обладнання. Парові та водогрійні котли                                    | 4               |
| 7     | Допоміжне обладнання котельної установки  | 4               |
| 8     | Водне господарство та водний режим котлів   | 4               |
| 9     | Зовнішнє обладнання котлоагрегатів  | 4               |
| 10    | Електростанції з двигунами внутрішнього згоряння                                  | 4               |
| 11    | Компоновка дизельних електростанцій   | 4               |
| 12    | Компресорні машини  | 4               |
| 13    | Теплогенератори. Водонагрівачі  | 4               |
| 14    | Вентилятори   | 4               |
| 15    | Калорифери  | 4               |
| 16    | Газопостачання сільського господарства  | 6               |
| 17    | Газифікація приватних будинків  | 6               |
| 18    | Газове опалення   | 6               |
| 19    | Системи теплопостачання   | 6               |
| 20    | Класифікація і принципові схеми систем теплопостачання                            | 6               |
| 21    | Теплові мережі  | 6               |
| 22    | Розрахунки мереж  | 6               |
| 23    | Відновлювані та вторинні енергоресурси у сільському господарстві. Сонячна енергія | 6               |
| 24    | Теплонасосні установки в сільському господарстві                                  | 6               |
|       | <b>Разом</b>  | <b>104</b>      |

## 8. Індивідуальні завдання

1. Підготовка рефератів:

- енергозбереження – частина енергетичного потенціалу країни.
- впровадження сучасних технологій у виробництво і транспортування теплової енергії.
- сучасні розробки в галузі теплогенеруючої та теплооспоживчої енергетики.

2. Виконання курсового проекту.

## 9. Методи навчання

1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. *Словесні*: розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, інструктаж, робота з книгою (читання, переказ, виписування, складання плану, рецензування, конспектування, виготовлення таблиць, графіків, опорних конспектів тощо).

1.2. *Наочні*: демонстрація, ілюстрація, спостереження.

1.3. *Практичні*: лабораторний метод, практична робота, вправа, виробничо-практичні методи.

2. Методи навчання за характером логіки пізнання.

2.1. *Аналітичний* (суть: розклад цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак).

2.2. *Методи синтезу* (суть: з'єднання виділених аналізом елементів чи властивостей предмета, явища в одне ціле).

2.3. *Індуктивний метод* (суть: вивчення предметів чи явищ від одиничного до загального).

2.4. **Дедуктивний метод**(суть: вивчення предметів чи явищ від загального до одиничного).

2.5. **Традуктивний метод** (суть: це висновки від загального до загального, від часткового до часткового, від одиничного до одиничного).

**3. Методи навчання за характером та рівнем самостійної розумової діяльності студентів.**

3.1. **Проблемний**(проблемно-інформаційний).

3.2. **Частково-пошуковий** (евристичний).

3.3. **Дослідницький.**

3.4. **Репродуктивний** (суть: можливість застосування вивченого на практиці).

3.5. **Пояснювально-демонстративний.**

**4. Активні методи навчання (наприклад)** - використання технічних засобів навчання, мозкова атака, рішення кросвордів, конкурси, диспути, круглі столи, бінарні заняття, ділові та рольові ігри, ток-шоу, тренінги, використання проблемних ситуацій, екскурсії, заняття на виробництві, групові дослідження, самооцінка знань, імітаційні методи навчання (побудовані на імітації майбутньої професійної діяльності), використання навчальних та контролюючих тестів, використання опорних конспектів лекцій та інші).

**5. Інтерактивні технології навчання (наприклад)** - використання мультимедійних технологій, інтерактивної дошки та електронних таблиць, case-study (метод аналізу конкретних ситуацій), діалогове навчання, співробітництво студентів (кооперація) та інші.

## 10. Методи контролю

1. Рейтинговий контроль за 100-бальною шкалою оцінювання СКТС.

2. Проведення проміжного контролю протягом семестру (проміжна атестація).

3. Полікритеріальна оцінка поточної роботи студентів.(вибрати потрібне):

- рівень знань, продемонстрований на практичних, лабораторних та семінарських заняттях;

- активність під час обговорення питань, що винесені на заняття;

- результати виконання та захисту лабораторних робіт;

- експрес-контроль під час аудиторних занять;

- самостійне опрацювання теми в цілому чи окремих питань;

- виконання аналітично-розрахункових завдань;

- написання рефератів, звітів;

- результати тестування;

- письмові завдання при проведенні контрольних робіт;

4. Пряме врахування у підсумковій оцінці виконання студентом певного індивідуального завдання:

- модульна курсова робота (проект);

- навчально-практичне дослідження із презентацією результатів тощо.

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти на іспит

| Поточне тестування та самостійна робота |    |    |    |                                |    |    |    |                                |     |     |                                |     |     |                                |     |     |                                |     |     |                                |     |     |     | СРС | Разом за модулі та СРС | Атестація | Сума |
|---|----|----|----|--------------------------------|----|----|----|--------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----------|------|
| Змістовний модуль 1<br>6 балів          |    |    |    | Змістовний модуль 2<br>7 балів |    |    |    | Змістовний модуль 3<br>5 балів |     |     | Змістовний модуль 4<br>8 балів |     |     | Змістовний модуль 5<br>5 балів |     |     | Змістовний модуль 6<br>6 балів |     |     | Змістовний модуль 7<br>3 балів |     |     |     |     |                        |           |      |
| T1                                      | T2 | T3 | T4 | T5                             | T6 | T7 | T8 | T9                             | T10 | T11 | T12                            | T13 | T14 | T15                            | T16 | T17 | T18                            | T19 | T20 | T21                            | T22 | T23 | T24 |     |                        |           |      |
| 1                                       | 1  | 2  | 2  | 1                              | 2  | 1  | 2  | 1                              | 3   | 2   | 2                              | 2   | 2   | 2                              | 2   | 1   | 2                              | 1   | 2   | 1                              | 2   | 1   | 2   | 15  | 55<br>(40+15)          | 15        | 100  |

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                              |   |
|--|-------------|--|---|
|  |             | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики         | для заліку  |
| 90-100                                       | A           | відмінно   | зараховано  |
| 82-89  | B           | добре  |   |
| 75-81  | C           |  |   |
| 69-74  | D           | задовільно   |   |
| 60-68  | E           |  |   |
| 35-59  | FX          | незадовільно з можливістю повторного складання             | не зараховано з можливістю повторного складання             |
| 1-34   | F           | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

### 12. Методичне забезпечення

1. Чепіжний А.В., Сіренко В.Ф. Конспект лекцій з дисципліни «Теплоенергетичні установки і системи» для студентів 2ст та 3, 4 курсів денної та заочної форми навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Протокол №6 від 15.05.2018 Навчально-методичної ради ІТФ.

2 Чепіжний А.В., Сіренко В.Ф. Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Теплоенергетичні установки і системи» для студентів 2 ст та 3, 4 курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Протокол №6 від 15.05.2018 Навчально-метод. ради ІТФ.

3. Чепіжний А.В., Сіренко В.Ф. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Теплоенергетичні установки і системи» для студентів 3, 4 та 2ст курсів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Протокол №6 від 15.05.2018 Навчально-методичної ради ІТФ.

4. Чепіжний А.В., Сіренко В.Ф. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Теплоенергетичні установки і системи» для студентів 4, 2ст курсів денної, заочної форм навчання спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Протокол №6 від 15.05.2018 Навчально-методичної ради ІТФ.

### 13. Рекомендована література

#### *База:*

1. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долинский А.А. та інш. (за ред. Б.Х. Драганова) Теплотехніка: Підручник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.

2. Проективання систем теплостачання сільського господарства: Навч. посіб. / Драганов Б.Х. та інш.; За ред. Б.Х. Драганова. – Київ: Техніка, 2003. –161 с.

3. Амерханов Р.А., Бессараб А.С., Драганов Б.Х. и др. / Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства / Под ред. Б.Х. Драганова. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 423 с.

4. Прядко М.О., Павелко В.І., Василенко С.М. Теплові мережі: Навчальний посібник / За ред. Прядка М.О. – К.: Алерта, 2005. -227с.

#### *Допоміжна:*

5. Драганов Б.Х., Буляндра О.Ф., Міщенко А.В. Теплоенергетичні установки і системи в сільському господарстві / За ред. Б.Х. Драганова. – Київ: Урожай, 1995. – 224 с.

6. Курсовое проектирование по теплотехнике и применению теплоты в сельском хозяйстве: Учебн. пособие для вузов / Драганов Б.Х., Ковалев С.А., Лазоренко В.А. и др.; Под ред. Драганова Б.Х. –М.: Агропромиздат, 1991 – 176 с.

7. Сидельковский Л.Н., Юрнев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 528 с.

8. Эстеркин Р.И. Курсовое и дипломное проектирование. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.

9. Котельні установки в сільському господарстві : учебное пособие / Л. І. Грачова [и др.]. - К. : Урожай, 1985. - 128 с.