

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Кафедра теплоенергетики

# ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА СПОЖИВАЧІ ТЕПЛОТИ

## Робоча програма освітнього компоненту (Силабус)

### Реквізити освітнього компоненту

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Рівень вищої освіти</b>                                        | <i>Перший (бакалаврський)</i>                                                                                                                                                                   |
| <b>Галузь знань</b>                                               | <i>14 Електрична інженерія</i>                                                                                                                                                                  |
| <b>Спеціальність</b>                                              | <i>144 Теплоенергетика</i>                                                                                                                                                                      |
| <b>Освітня програма</b>                                           | <i>ОПП Теплоенергетика</i>                                                                                                                                                                      |
| <b>Статус освітнього компоненту</b>                               | <i>Нормативний</i>                                                                                                                                                                              |
| <b>Форма навчання</b>                                             | <i>очна (денна)</i>                                                                                                                                                                             |
| <b>Рік підготовки, семестр</b>                                    | <i>3 курс, весняний семестр</i>                                                                                                                                                                 |
| <b>Обсяг освітнього компоненту</b>                                | <i>6 кредитів, 180 годин</i>                                                                                                                                                                    |
| <b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>                    | <i>екзамен</i>                                                                                                                                                                                  |
| <b>Розклад занять</b>                                             | <i>Лекційні заняття – півтора рази на тиждень; практичні заняття – один раз на два тижні; лабораторні заняття – один раз на два тижні</i>                                                       |
| <b>Мова викладання</b>                                            | <i>Українська</i>                                                                                                                                                                               |
| <b>Інформація про керівника освітнього компоненту/ викладачів</b> | Лектор:<br><i>к.т.н., доц. Боженко Михайло Федорович,<br/>bojenko41@gmail.com</i><br>Практичні і лабораторні заняття:<br><i>к.т.н., доц. Боженко Михайло Федорович,<br/>bojenko41@gmail.com</i> |
| <b>Розміщення освітнього компоненту</b>                           | <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;file=efmmvhlvpssmfciualbf">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;file=efmmvhlvpssmfciualbf</a>       |

### Програма освітнього компонента

**1. Опис навчального компонента, його мета, предмет вивчання та результати навчання**

#### *1.1. Мета освітнього компонента*

Метою вивчення та засвоєння студентами освітнього компонента «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» є формування у студента таких компетентностей:

#### *Загальні (ЗК)*

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| ЗК1 | Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. |
|-----|-----------------------------------------------------|

|     |                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------------------|
| ЗК2 | Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.                 |
| ЗК4 | Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. |
| ЗК5 | Здатність працювати в команді.                                         |
| ЗК6 | Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.        |
| ЗК7 | Здатність приймати обґрунтовані рішення.                               |

### Програмні компетентності

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Інтегральна компетентність | Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Фахові (ФК)

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ФК 6  | Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.                                                                                |
| ФК 7  | Здатність продемонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                                      |
| ФК 9  | Здатність демонструвати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                     |
| ФК 10 | Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.                                                  |
| ФК 12 | Здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                                                                          |
| ФК 13 | Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                           |
| ФК 14 | Здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                                   |
| ФК 15 | Здатність розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання                                                                                                                                                                           |
| ФК 16 | Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; |
| ФК 17 | Здатність аналізувати схеми теплоенергетичних і теплотехнологічних установок з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується;                                                                                   |

### 1.2. Програмні результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння освітнього компонента мають продемонструвати такі результати навчання:

#### ЗНАННЯ (ЗН)

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЗН 2 | Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки. |
| ЗН 4 | Знання і розуміння схем, конструкцій і принципу дії теплообмінного обладнання, вимог щодо безпечної експлуатації енергетичного обладнання                                                                                                                                |

|       |                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЗН 5  | Знання і розуміння технології виготовлення і експлуатації теплоенергетичного обладнання.                                                                                                                                        |
| ЗН 6  | Знання і розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження.                                                                                                                                                           |
| ЗН 7  | Знання і розуміння застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.                                                                                                                     |
| ЗН 9  | Знання і розуміння законодавства й правових норм з охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки інженерної діяльності.                                                                                                         |
| ЗН 10 | Знання і розуміння режимів роботи обладнання, характеристик теплоносіїв, схем їх руху та відповідних матеріалів, що застосовуються при аналізі процесів і проектуванні теплоенергетичних установок і тепломасообмінних апаратів |
| ЗН 12 | Знання і розуміння принципових схем, технологій, конструкцій систем теплопостачання з установками, які використовують традиційні і нетрадиційні джерела енергії.                                                                |
| ЗН 17 | Знання і розуміння необхідності заходів для знешкодження промислових викидів, використовуючи найбільш ефективні системи і установки.                                                                                            |
| ЗН 18 | Знання і розуміння принципів вибору найбільш ефективних теплоносіїв для функціонування теплоенергетичних об'єктів з урахуванням їх виробництва та розподілу.                                                                    |

#### УМІННЯ (УМ)

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УМ 1 | Уміння аналізувати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень. |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УМ 2  | Уміння виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.                                                                                                      |
| УМ 3  | Уміння розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування. |
| УМ 4  | Уміння використовувати передові досягнення при проектуванні об'єктів в теплоенергетичній галузі.                                                                                                                                                                                                                                               |
| УМ 5  | Уміння здійснювати пошук необхідної інформації в технічній літературі, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації.                                                |
| УМ 6  | Уміння застосовувати кодекси практики і правила техніки.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| УМ 8  | Уміння продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.                                                                                                                                                                  |
| УМ 10 | Уміння практично вирішувати завдання, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.                                                                                                                                                                                                      |
| УМ 11 | Уміння обирати матеріали, обладнання та інструменти, інженерні технології і процеси.                                                                                                                                                                                                                                                           |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УМ 12 | Уміння застосовувати норми інженерної практики.                                                                                                                                                                                                                                            |
| УМ 13 | Уміння збирати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності для донесення суджень, які відбивають відповідні соціальні та етичні проблеми.                                                                                                                                    |
| УМ 15 | Уміння ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.                                                                                                                                                            |
| УМ 16 | Уміння ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.                                                                                                                           |
| УМ 17 | Уміння розпізнавати необхідність і самостійно навчатися протягом життя.                                                                                                                                                                                                                    |
| УМ 18 | Уміння відстежувати розвиток науки і техніки.                                                                                                                                                                                                                                              |
| УМ 19 | Уміння класифікувати теплообмінне обладнання за різними ознаками і відповідно до заданих умов роботи теплообмінного обладнання, вибирати паливо і теплоносії, використовувати стандартні методики для виконання конструкторських і перевірочних розрахунків теплоенергетичного обладнання. |
| УМ 20 | Уміння обирати і розраховувати технологічні схеми теплопостачання.                                                                                                                                                                                                                         |
| УМ 22 | Уміння розробляти принципові схеми систем теплопостачання з установками, які використовують нетрадиційні джерела енергії.                                                                                                                                                                  |
| УМ 25 | Уміння розробляти і розраховувати схеми об'єктів з теплонасосними системами теплопостачання.                                                                                                                                                                                               |
| УМ 28 | Уміння обирати найбільш ефективні теплоносії для функціонування теплоенергетичних об'єктів з урахуванням їх виробництва та розподілу.                                                                                                                                                      |

## 2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для вивчення освітнього компонента «*Джерела теплопостачання та споживачі теплоти*» необхідні знання в області освітніх компонент «Гідрогазодинаміка» (шифр за ОПП – ЗО 12), «Технічна термодинаміка» (шифр за ОПП – ЗО 14), «Тепломасообмін» (шифр за ОПП – ЗО 15), «Теплотехнологічні процеси і установки» (шифр за ОПП – ПО 11), «Котельні установки промислових підприємств» (шифр за ОПП – ПО 5).

В свою чергу, знання в області освітнього компонента «*Джерела теплопостачання та споживачі теплоти*» використовуються далі в освітніх компонентах «Теплові мережі» (шифр за ОПП – ПО 13), «Освітній компонент 3-К каталогу» (шифр за ОПП – ПВ 3), «Дипломне проектування» (шифр за ОПП – ПО 16).

## 3. Зміст освітнього компонента

**Розділ 1** – Споживачі теплоти на промислових підприємствах та в житлово-комунальному секторі.

Тема 1.1. Розрахунки теплових навантажень споживачів теплоти для проектування джерела теплопостачання.

**Розділ 2** - Теоретичні основи опалювально-вентиляційної техніки.

Тема 2.1. Термодинамічні характеристики атмосферного повітря.

Тема 2.2. Процеси змішування повітря.

Тема 2.3. Надходження теплоти та вологи в приміщення.

**Розділ 3** - Системи механічної вентиляції.

Тема 3.1. Загальні відомості про вентиляцію.

Тема 3.2. Методи розрахунків повітрообміну приміщень.

Тема 3.3. Розрахунки та вибір обладнання системи механічної вентиляції.

#### **Розділ 4 - Системи та установки кондиціювання повітря.**

Тема 4.1. Схеми. Розрахунки. Побудова в  $h-d$ -діаграмі основних процесів кондиціювання повітря.

Тема 4.2. Характеристика та вибір обладнання центральних кондиціонерів.

Тема 4.3. Місцеві системи кондиціювання повітря.

#### **Розділ 5 - Системи опалення.**

Тема 5.1. Загальні відомості про системи опалення.

Тема 5.2. Системи водяного опалення.

Тема 5.3. Системи парового опалення.

#### **Розділ 6 - Котельні для систем централізованого тепlopостачання.**

Тема 6.1. Загальні відомості про котельні.

Тема 6.2. Принципові теплові схеми котелень.

Тема 6.3. Методика розрахунків теплових схем котелень.

Тема 6.4. Розрахунки та вибір основного та допоміжного обладнання котелень.

Тема 6.5. Паливopостачання котелень.

Тема 6.6. Техніко-економічні показники роботи котелень.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### ***Базова література***

1. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

2. Алабовський О.М. Проектування котелень промислових підприємств: Курсове проектування з елементами САПР: Навч. посібник / О.М. Алабовський, М.Ф. Боженко, Ю.В.Хоренженко. - К.: Вища шк., 1992. - 207с.

3. Боженко М.Ф. Джерела тепlopостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2004. – 192 с.

4. Джерела тепlopостачання та споживачі теплоти: текст лекцій у електронному вигляді для студентів спеціальності “Теплоенергетика” / Автор М.Ф. Боженко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. - 256 с. Свідоцтво НМУ №Е9/10-258 від 15.04.2010 р., протокол №8.

#### ***Допоміжна література***

5. Голубков Б.Н. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция / Б.Н. Голубков, Б.И. Пятачков, Т.М. Романова. - М.: Энергоиздат, 1982. - 232с.

6. Бузников Е.Ф. Производственные и отопительные котельные / Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш. - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 248 с.

7. Андреевский А.К. Отопление. Учеб. пособие для вузов по спец. 1208 “Теплогасоснабжение и вентиляция. Под ред. М.И.Курпана.- 2-е изд., перераб. и доп. / А.К. Андреевский. - Мн.: Выш. школа, 1982. -364 с.

8. Богословский В.Н. Отопление. Учеб. для вузов / В.Н.Богословский, А.Н. Сканави.- М.: Стройиздат, 1991 -735 с.

9. Пеклов А.А. Кондиционирование воздуха / А.А.Пеклов, Т.А. Степанова. - К.: Вища шк., 1978. - 326 с.

10. Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирование воздуха / А.В.Нестеренко. - М.: Высш.шк., 1971.- 460с.

11. Баркалов Б.В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б.В. Баркалов, Е.Е Карпис. - М.: Стройиздат, 1971. - 270 с.

12. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни „Джерела тепlopостачання та споживачі теплоти” для студентів спеціальності „Теплоенергетика ” «Визначення характеристик установки кондиціювання повітря у теплий період року» / Уклад. М.Ф.Боженко. – НТУУ «КПІ», 2006. – 16 с.

13. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. - 52 с.

14. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: практикум для студентів напряму підготовки “Теплоенергетика” [Електронний ресурс] / Автори М.Ф. Боженко, Ю.В.Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2016. - 130 с.

### Рекомендації

Сайт наукової бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» <http://library.kpi.ua> в розділі «Електронні ресурси», підрозділі «Загальний електронний каталог НТБ» дозволяє знайти та замовити рекомендовану літературу до навчальної дисципліни та отримати доступ до електронних ресурсів бібліотеки та роботи з ними.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування освітнього компонента

##### Лекційні заняття

| № з/п                                                                                                                                                                                                               | Назва теми лекції та перелік основних питань<br>(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Розділ 1. Споживачі теплоти на промислових підприємствах та в житлово-комунальному секторі.</b><br><b>Тема 1.1. Розрахунки теплових навантажень споживачів теплоти для проектування джерела теплопостачання.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1                                                                                                                                                                                                                   | Характеристика системи теплопостачання та її складових частин: джерела теплопостачання, теплові мережі, споживачі теплоти.<br>Призначення дисципліни та її взаємозв'язок з іншими дисциплінами.<br>Нові підходи до організації теплопостачання споживачів теплоти.<br>Література: [1], Вступ, С.9-12; [2], Вступ, С.5-7; [4], Вступ, С.10-14.                                                                                                     |
| 2                                                                                                                                                                                                                   | Розрахунки витрат теплоти на опалення: максимальна, середня, річна.<br>Максимальні витрати теплоти: точний метод за тепловими втратами та наближений за збільшеними показниками. Розрахунки витрат теплоти на вентиляцію: максимальна, середня та річна.<br>Література: [2], розд. 1, С.8-13; [1], розд. 2, С.54-64; [4], розд. 1, С.15-27.<br>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.                                                             |
| 3                                                                                                                                                                                                                   | Розрахунки витрат теплоти на гаряче водопостачання: середня за опалювальний період для житлових та громадських будівель; максимальна за опалювальний період для промислових підприємств; середня за теплий період; річна.<br>Розрахунки витрат теплоти на технологічні процеси при використанні пари та гарячої води: максимальна та річна.<br>Література: [2], розд.1, С.13-17; [4], розд. 1, С.27-32.<br>Завдання на СРС: Підготовка до лекції. |
| <b>Розділ 2. Теоретичні основи опалювально-вентиляційної техніки.</b><br><b>Тема 2.2. Процеси змішування повітря.</b>                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4                                                                                                                                                                                                                   | Рівняння змішування. Зображення в h-d діаграмі процесів змішування повітря різноманітних станів.<br>Промені процесів. Характерні випадки зміни стану повітря та їх зображення в h-d діаграмі.<br>Література: [1], розд. 1, С.27-37.<br>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.                                                                                                                                                                     |
| <b>Тема 2.3. Надходження теплоти та вологи в приміщення.</b>                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5                                                                                                                                                                                                                   | “Явна” та “прихована” теплота, способи їх розрахунків. Розрахунки надходження                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                       | <p>теплоти та вологи від людей. Розрахунки надходжень теплоти від сонячної радіації. Розрахунки надходжень теплоти від механічного обладнання, поверхонь теплообмінного обладнання, з інфільтраційним повітрям. Розрахунки надходжень вологи в приміщення. Надходження шкідливих газів, парів та пилу в приміщення.</p> <p>Література: [1], розд. 2, С.65-76.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції. Роздрукувати до наступної лекції схему загальнообмінної вентиляції.</p> |
| <p><b>Розділ 3. Системи механічної вентиляції.</b></p> <p><b>Тема 3.1. Загальні відомості про вентиляцію.</b></p>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6                                                                                                                                                     | <p>Основні види вентиляції.</p> <p>Схема загальнообмінної припливної та витяжної вентиляції.</p> <p>Характеристика обладнання. Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря.</p> <p>Література: [1], розд. 8, С.181-188; розд.9, С.189-190.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                         |
| <p><b>Тема 3.2. Методи розрахунків повітрообміну приміщень.</b></p>                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 7                                                                                                                                                     | <p>Розрахунки повітрообміну для приміщень з надходженнями теплоти та вологи. Тепловий баланс приміщення. Матеріальний баланс за вологою.</p> <p>Розрахунки для теплого та холодного періодів. Визначення витрат теплоти на нагрів повітря в калорифері.</p> <p>Література: [1], розд.9, С.191-197.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                |
| 8                                                                                                                                                     | <p>Графічний розрахунок повітрообміну в промислових цехах (надходження теплоти та вологи) при подачі повітря в робочу зону і видаленні з верхньої зони для теплого та холодного періодів року.</p> <p>Розрахунки повітрообміну для приміщень з надходженнями шкідливих газів та пилу. Розрахунки повітрообміну за нормативною кратністю.</p> <p>Література: [1], розд. 9, С.197-206.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                              |
| <p><b>Тема 3.3. Розрахунки та вибір обладнання систем механічної вентиляції.</b></p>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9                                                                                                                                                     | <p>Фільтри для очищення повітря від пилу. Класифікація. Конструкції. Показники роботи.</p> <p>Калорифери для нагрівання повітря. Загальна характеристика.</p> <p>Методика розрахунку та вибору.</p> <p>Література: [1], розд.10, С.207-221.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                       |
| 10                                                                                                                                                    | <p>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів. Вибір вентиляторів для переміщення повітря та електродвигунів для них.</p> <p>Література: [1], розд. 10, С.222-233.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції. Роздрукувати до наступної лекції схему системи кондиціонування повітря з центральним кондиціонером.</p>                                                                                                                                                             |
| <p><b>Розділ 4. Системи та установки кондиціонування повітря.</b></p> <p><b>Тема 4.1. Загальні відомості про системи кондиціонування повітря.</b></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 11                                                                                                                                                    | <p>Необхідність кондиціонування. Визначення. Процеси обробки повітря для теплого та холодного періодів року.</p> <p>Методи охолодження та нагрівання, осушки та зволоження повітря, що використовуються в техніці кондиціонування. Класифікація систем кондиціонування повітря. Принципова схема системи кондиціонування повітря з центральним кондиціонером.</p> <p>Література: [1], розд. 11, С.248-269; розд. 12, С.270-273;</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>   |
| <p><b>Тема 4.2. Основні схеми оброблення повітря в центральних системах кондиціонування повітря. Побудова в h-d-діаграмі</b></p>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>процесів зміни стану повітря. Розрахунки.</i>                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>12</b>                                                                      | <p>Вибір розрахункових параметрів зовнішнього та внутрішнього повітря.</p> <p>Адіабатне зволоження повітря в теплий період (неповне кондиціювання) - прямоточна схема: розрахунки схеми за допомогою h-d діаграми.</p> <p>Охолодження та осушка повітря в теплий період року (повне кондиціювання) – схема з першою рециркуляцією: розрахунки схеми за допомогою h-d діаграми.</p> <p>Література: [1], розд. 12, С.274-275; С.276-280; С. 286-290.</p> <p>Завдання на СРС: Схема з байпасом адіабатного зволоження повітря в теплий період року. Прямоточна схема і схема з першою та другою рециркуляцією в теплий період року при повному кондиціюванні.</p> <p>Література: [1], розд.12, С.280-282; С.282-285; С. 290-294.</p> |
| <b>13</b>                                                                      | <p>Схема з першою рециркуляцією обробки повітря в холодний період року - підмішування рециркуляційного повітря після повітрянагрівача першого підігріву: розрахунки схеми за допомогою h-d діаграми.</p> <p>Література: [1], розд. 12, С.300-303.</p> <p>Завдання на СРС: Прямоточна схема, схема з першою рециркуляцією (підмішування рециркуляційного повітря до повітрянагрівача першого підігріву) для холодного періоду року.</p> <p>Література: [1], розд.12, С.294-300.</p>                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Тема 4.3. Характеристика та вибір обладнання центральних кондиціонерів.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>14</b>                                                                      | <p>Фільтри для очищення повітря.</p> <p>Повітрянагрівачі першого та другого підігріву. Методика розрахунків та вибору. Зрошувальні камери. Характеристика обладнання - форсунки, сепаратори, насоси, фільтри для води.</p> <p>Література: [1], розд. 12, С.304-326.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Тема 4.4. Місцеві системи кондиціювання повітря.</b>                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>15</b>                                                                      | <p>Класифікація і особливості роботи місцевих систем кондиціювання повітря.</p> <p>Характеристика і типи автономних і неавтономних місцевих кондиціонерів.</p> <p>Розрахунки та вибір місцевих кондиціонерів.</p> <p>Література: [1], розд. 13, С.327-341.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Розділ 5. Системи опалення.</b>                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Тема 5.1. Загальні відомості про системи опалення.</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>16</b>                                                                      | <p>Призначення систем опалення.</p> <p>Основні види систем опалення. Характеристики теплоносіїв та область застосування систем опалення.</p> <p>Література: [1], розд. 3, С.77-88.</p> <p>Завдання на СРС: Роздрукувати до наступної лекції схеми систем водяного опалення (вертикальні однотрубні та двотрубні, горизонтальна однотрубна) та схеми теплопостачання систем водяного опалення.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Тема 5.2. Системи водяного опалення.</b>                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>17</b>                                                                      | <p>Характеристика та класифікація систем водяного опалення.</p> <p>Коротка характеристика вертикальних та горизонтальних двотрубних і однотрубних систем водяного опалення. Теплопостачання систем водяного опалення з вимушеною циркуляцією і від індивідуальної опалювальної котельні, при централізованому теплопостачанні від районної котельні або ТЕЦ.</p> <p>Література: [1], розд. 4, С.92-99; 112-116.</p> <p>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>18</b>                                                                      | <p>Методика гідравлічного розрахунку трубопроводів систем водяного опалення.</p> <p>Розрахунки та вибір поверхні нагрівальних приладів систем опалення.</p> <p>Література: [1], розд.4, С.116-142.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | <i>Завдання на СРС:</i> Роздрукувати до наступної лекції схеми систем парового опалення низького та високого тиску.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Тема 5.3. Системи парового опалення</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 19                                                                                 | <p>Класифікація. Схема замкненої системи парового опалення низького тиску з верхньою розводкою. Схема розімкненої системи парового опалення низького тиску.</p> <p>Розрахунок систем парового опалення низького тиску: паропроводи, конденсатопроводи, визначення ємності конденсатного бака та вибір насоса. Схема двотрубної системи парового опалення високого тиску з верхньою розводкою. Характеристики обладнання та вибір паропроводів.</p> <p>Література: [1], розд. 5, С.145-153.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Розділ 6. Котельні для систем централізованого теплопостачання.</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Тема 6.1. Загальні відомості про котельні.</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 20                                                                                 | <p>Класифікація котельень. Характеристика закритих та відкритих систем теплопостачання.</p> <p>Загальні відомості про теплові схеми котельень та принципи їх побудови.</p> <p>Література: [2], розд. 3, С.36-37.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Тема 6.2. Принципові теплові схеми котельень.</b>                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 21                                                                                 | <p>Теплові схеми парових котельень: промислово-опалювальна котельня для закритої системи теплопостачання; промислово-опалювальна котельня для відкритої системи теплопостачання; промислова котельня; опалювальна котельня для закритої та відкритої системи теплопостачання.</p> <p>Література: [2], розд. 3, С.38-42.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Підготовка до лекції.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 22                                                                                 | <p>Теплові схеми котельень з водоگрійними котлами: опалювальні водоگрійні котельні для відкритих та закритих систем теплопостачання.</p> <p>Теплові схеми паро-водогрійних котельень (короткі відомості).</p> <p>Література: [2], розд.3, С.42-45; С.45-47.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Вивчити теплові схеми паро-водогрійних котельень для закритих та відкритих систем теплопостачання.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Тема 6.3. Методика розрахунків теплових схем котельень.</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 23                                                                                 | <p>Загальні положення та вихідні дані для розрахунку теплових схем. Розрахункові режими. Коротка характеристика вихідних даних та загальні підходи до розрахунку теплових схем парових, водоگрійних та паро-водогрійних котельень.</p> <p>Література: [2], розд. 3, С.49-73.</p> <p><i>Завдання на СРС:</i> Розглянути приклади складання рівнянь теплового балансу та визначити або витрати теплоносіїв, або їх температури, а для теплообмінників - ще й поверхню нагріву: РОУ; атмосферного деаератора; водопідігрівальної установки (пароводяного та водоводяного теплообмінника); сепаратора безперервного продування; рециркуляційного контуру; перепускного контуру; вакуумного деаератора.</p> <p>Література: [4], розділ 6, С.205 – 213.</p> |
| <b>Тема 6.4. Розрахунки та вибір основного та допоміжного обладнання котельень</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 24                                                                                 | <p>Характеристики, вибір типу, кількості та парової потужності (для парових) або теплової потужності (для водоگрійної) котельних агрегатів.</p> <p>Вибір насосів. Характеристика за призначенням та конструкціями. Загальні підходи до вибору насосів. Розглянути приклад вибору насосів мережної води (визначення продуктивності та напору); паралельна робота насосів. Вибір теплообмінників.</p> <p>Література: [2], розд. 4, С.74-89; С.107-128.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                | <i>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>25</b>                                                      | Вимоги до якості живильної та підживлювальної води в котельних.<br>Обладнання для хімічної та магнітної обробки води. Деаерація води. Вибір типу та кількості деаераторів. Розрахунки та вибір трубопроводів в котельних.<br>Література: [2], розд. 4, С.89-107; С.130-135.<br><i>Завдання на СРС: Роздрукувати до наступної лекції схему газопостачання котельні та схему мазутного господарства при паровому розігріванні мазуту.</i> |
| <b>Тема 6.5. Паливостачання котелень</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>26</b>                                                      | Газопостачання. Схема газопроводів в котельні, визначення діаметрів та втрат напору в них. Основні схеми мазутного господарства.<br>Спалювання твердого палива: доставка, уловлення золи, видалення димових газів. Визначення висоти димової труби.<br>Література: [2], розд.4, С.135-139; розд. 5, С.142-160.<br><i>Завдання на СРС: Підготовка до лекції.</i>                                                                         |
| <b>Тема 6.6. Техніко-економічні показники роботи котелень.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>27</b>                                                      | Енергетичні показники. Економічні показники. Режимні показники.<br>Література: [2], розд. 8, С.185-196.<br>Огляд матеріалу, розглянутого на всіх попередніх лекціях.                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### Практичні заняття

Основними завданнями циклу практичних занять є поглиблення, розуміння студентами лекційного матеріалу, навчити студентів виконувати самостійно розрахунки споживачів теплоти; систем опалення, вентиляції та кондиціювання повітря; теплових схем котелень; вибору основного та допоміжного обладнання.

| № з/п    | Назва теми заняття та перелік основних питань<br>(перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <i>Визначення термодинамічних характеристик атмосферного повітря.</i><br>В аудиторії вирішуються задачі 1.1, 1.3, 1.5 [3] з використанням <i>h-d</i> діаграми та аналітичних залежностей.<br><i>Розрахунки характеристик суміші повітря.</i> В аудиторії вирішується задача 1.10 [3] з використанням <i>h-d</i> діаграми.<br>Література: [3], розд.1, С.6-12.<br><i>Завдання на СРС: Вирішення задач 1.7, 1.9, 1.11 [3] (за індивідуальними варіантами). Підготовка до наступного практичного заняття.</i>                                                                                                            |
| <b>2</b> | <i>Розрахунки теплових втрат приміщеннями.</i> В аудиторії вирішується задача, складена викладачем.<br><i>Розрахунки витрат теплоти споживачами.</i> В аудиторії вирішуються задачі 7.1, 7.2 [3] (витрати теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання житлових, громадських та промислових будівель).<br>Література: [2], розд. 1, С. 8-17; [3], розд.2, С.13-19, розд.7, С.108-109; [9], розд.1, С.7-17.<br><i>Завдання на СРС: Вирішення задачі 2.1 (за індивідуальними варіантами) [3], С.14 ; задачі 7.3 [3], С.109. Підготовка до наступного практичного заняття та модульної контрольної роботи.</i> |
| <b>3</b> | <i>Розрахунки надходжень теплоти та вологи в приміщення.</i> В аудиторії вирішується задача 2.4 [3] (надходження теплоти та вологи від людей; теплоти від сонячної радіації), С.22, за довільним варіантом.<br><i>Модульна контрольна робота.</i><br>Література: [3], розд.2, С.20-23.<br><i>Завдання на СРС: Вирішення задачі 2.4 (за індивідуальними варіантами) [3], С.22.</i>                                                                                                                                                                                                                                     |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Підготовка до наступного практичного заняття.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4 | <i>Розрахунки повітрообміну приміщень при влаштуванні механічної вентиляції.</i> В аудиторії вирішується задача 3.1 [3], С.27, за довільним варіантом.<br>Література: [3], розд.3, С.24-27.<br><i>Завдання на СРС:</i> Вирішення задач 3.1, 3.2 [3], С.27(за індивідуальними варіантами). Підготовка до наступного практичного заняття.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5 | <i>Розрахунок та вибір калориферів для нагрівання повітря.</i> В аудиторії вирішується задача 3.4 [3], С.32-33.<br>Література: [3], розд. 3, С. 28-33.<br><i>Завдання на СРС:</i> Вирішення задачі 3.6 (за індивідуальними варіантами) [3] , С.33.<br>Підготовка до наступного практичного заняття та поточної контрольної роботи №1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6 | <i>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи механічної вентиляції.</i> В аудиторії вирішується задача, складена викладачем.<br><i>Поточна контрольна робота № 1.</i><br>Література: [3], розд.3, С.35-46.<br><i>Завдання на СРС:</i> Вирішення задачі 3.8 (за індивідуальними варіантами) [3], С.46.<br>Підготовка до наступного практичного заняття.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7 | <i>Розрахунки та вибір обладнання центральних кондиціонерів.</i> За результатами розрахунків однієї з схем на комп'ютерному практикуму (з першою рециркуляцією для теплого та холодного періодів року) вибрати тип та кількість кондиціонерів і для одного з них вибрати повітронагрівач першого підігріву для нагрівання повітря в холодний період року.<br>Література: [3], розд.4, С.67-73.<br><i>Завдання на СРС:</i> Для умов попередньої задачі вибрати повітронагрівач другого підігріву для нагрівання повітря в холодний період року. Підготовка до наступного практичного заняття.                                                                                                                                                   |
| 8 | <i>Розрахунки систем водяного опалення.</i> В аудиторії вирішується задача 5.9 [3], С.89.<br><i>Розрахунки теплових схем котелень.</i> За результатами розрахунків теплових навантажень споживачів, які отримані при виконанні розрахункової роботи, для заданої кожному студенту схеми системи теплопостачання, виду палива та температурного графіка теплової мережі формуються вихідні дані і ставиться завдання на виконання розрахунку теплової схеми.<br>Література: [3] , розд.5, С.80-90; розд 7, С. 108-137; [13], розд.2, С.18-30.<br><i>Завдання на СРС:</i> Виконання ручного розрахунку теплових схем котелень для максимального зимового режиму. Підготовка до наступного практичного заняття та поточної контрольної роботи №2. |
| 9 | <i>Вибір обладнання в котельнях.</i> За результатами розрахунків теплової схеми котельні вибираються насоси мережної води, деаератори.<br><i>Поточна контрольна робота №2.</i><br>Література: [2], розд. 4, С. 81-89, 103-107;3, розд.7, С. 142-147; [13], С.40-43.<br><i>Підведення підсумку за всіма практичними заняттями.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Основними завданнями циклу лабораторних робіт є кількісна і якісна оцінка різних станів вологого повітря та процесів з ним; отримання досвіду проведення випробувань установок місцевого кондиціонування повітря, уміння проводити аналіз недоліків та переваг різних схем оброблення повітря, уміння розраховувати похибки експериментальних досліджень.

Метою комп'ютерного практикуму є формування умінь роботи студентів за наявним програмним забезпеченням на ПЕОМ з розрахунків споживачів теплоти та джерел централізованого теплопостачання.

| №<br>з/п                    | Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Кількість<br>ауд.<br>годин |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>1</b><br>(лаб)           | <i>Визначення термодинамічних характеристик атмосферного повітря.</i> Розглядаються основні характеристики атмосферного повітря: температура (за сухим та мокрим термометром, температура точки роси), абсолютна та відносна вологість, вологовміст, ентальпія, теплоємність, густина. Способи експериментального вимірювання деяких характеристик та розрахунків.<br>Література: [3], розд.1, С.6-12.<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття.    | 2                          |
| <b>2</b><br>(ком.<br>пр.)   | <i>Визначення теплових втрат будівлі на ЕОМ.</i> За наявною програмою визначаються теплові втрати у холодний період року для двоповерхової будівлі (див. рис. 2.1[3], С.15)<br>Література: [3], розд.1, С.13-19.<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття.                                                                                                                                                                                          | 2                          |
| <b>3</b><br>(ком.<br>пр.)   | <i>Оптимальний вибір калориферів системи механічної вентиляції.</i> За наявною програмою проводяться варіантні розрахунки (зміна масової швидкості повітря, температури нагрівальної води) та здійснюється оптимальний вибір калорифера за вихідними даними, які використовувалися при вирішенні задачі 3.6 [3], С.33.<br>Література: [3], розд. 3, С. 28-33.<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття.                                             | 2                          |
| <b>4</b><br>(ком.<br>пр.)   | <i>Аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи механічної вентиляції на ЕОМ.</i> За наявною програмою виконується аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи механічної вентиляції.<br>за вихідними даними, які використовувалися при вирішенні задачі 3.8 [3], С.46. Отримані значення втрат тиску в системі використовуються для вибору вентиляторів.<br>Література: [3], розд.3, С.35-46.<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття. | 2                          |
| <b>5,6</b><br>(лаб)         | <i>Визначення характеристик установки кондиціювання повітря в теплий період року.</i> Проводиться дослідження експериментальної установки для прямооточної схеми та схеми з рециркуляцією. Здійснюється обробка дослідних даних та побудова процесів зміни стану повітря в <i>h-d</i> діаграмі, визначення похибки експериментів, аналіз результатів та захист звіту.<br>Література: [12].<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття.                | 4                          |
| <b>7</b><br>(ком.<br>пр.)   | <i>Визначення характеристик схем установок кондиціювання повітря на ЕОМ.</i> Аналізуються схеми: прямооточна, з першою рециркуляцією, з першою та другою рециркуляцією для теплого та холодного періодів року; вибирається оптимальний варіант, який в подальшому розраховується.<br>Література: [3], розд.4, С.52-64.<br>Завдання на СРС: Підготовка до наступного заняття.                                                                                    | 2                          |
| <b>8,9</b><br>(ком.<br>пр.) | <i>Розрахунки теплових схем котелень на ЕОМ.</i> За наявними програмами розраховуються теплові схеми котелень систем централізованого теплопостачання для п'яти характерних режимів за вихідними даними, отриманими на практичному занятті 8, здійснюється оптимальний вибір парових та водогрійних котлів.<br>Література: [13].                                                                                                                                | 4                          |

|  |                                                                                          |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <i>Підведення підсумку за всіма лабораторними заняттями та комп'ютерному практикуму.</i> |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6. Самостійна робота студента

| № з/п | Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Кількість годин СРС |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1     | <p><b>Розділ 4. Системи та установки кондиціювання повітря.</b><br/> <b>Тема 4.2. Основні схеми оброблення повітря в центральних системах кондиціювання повітря.</b></p> <p>Побудувати процеси зміни стану повітря, визначити параметри в вузлових точках процесах, навести послідовність розрахунків наступних схем оброблення повітря:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схема з байпасом адіабатного зволоження повітря;</li> <li>- прямотечійна схема в теплий та холодний періоди (повне кондиціювання);</li> <li>- схема з першою та другою рециркуляцією (повне кондиціювання) в теплий період;</li> <li>- схема з першою рециркуляцією в холодний період – підмішування рециркуляційного повітря до повітрянагрівача першого підігріву.</li> </ul> <p>Література: [3], розділ 4, С. 55 – 64.</p> | 3                   |
| 2     | <p><b>Розділ 6. Котельні для систем централізованого теплопостачання.</b><br/> <b>Тема 6.3. Методика розрахунків теплових схем котелень.</b></p> <p>За виданими рисунками скласти рівняння теплового балансу та визначити або витрати теплоносіїв, або їх температури, а для теплообмінників - ще й поверхню нагріву: РОУ; атмосферного деаератора; водопідігрівальної установки (пароводяного та водоводяного теплообмінника); сепаратора безперервного продування; рециркуляційного контуру; перепускного контуру; вакуумного деаератора.</p> <p>Література: [4], розділ 6, С.205 – 213.</p>                                                                                                                                                                                                                      | 3                   |

### Індивідуальні завдання

Студенти очної форми навчання виконують розрахункову роботу (РР), основна ціль якої полягає в тому, щоби навчити студентів виконувати самостійно розрахунки теплових навантажень споживачів, а також розрахунки теплових схем котелень і вибирати оптимальну кількість парових та водогрійних котлів.

Розрахункова робота складається з двох частин:

1. Розрахунки теплових навантажень споживачів на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні процеси.

2. Розрахунки теплової схеми промислово-опалювальної пароводогрійної котельні з відпуском теплоти в закриту або відкриту систему теплопостачання (паливо-газ або мазут). Для максимально зимового режиму виконується ручний розрахунок, для решти чотирьох режимів - розрахунки проводяться на ЕОМ. На основі розрахунків вибирається тип та оптимальна кількість котлів (парових і водогрійних).

Методика розрахунку теплових навантажень та теплових схем котелень для закритої та відкритої систем теплопостачання наведені в [13].

Варіанти індивідуальних завдань до розрахунків наведені в [3], С. 178 – 181.

### Політика та контроль

#### 7. Політика освітнього компонента

Методика вивчення освітнього компонента базується на лекційних заняттях, практичних та лабораторних, індивідуальній та самостійній роботі студентів.

При викладенні матеріалу на лекціях, наприклад, застосовуються різноманітні схеми та конструкції установок. Нескладні схеми зображаються лектором на дошці, з ряду схем підготовлені комп'ютерні варіанти рисунків, а при вивченні теплових схем котелень кожному студенту видається роздатковий матеріал з їх повним зображенням [2, 3].

При вирішенні задач на практичних заняттях кожному студенту на початку видається індивідуальний варіант, за яким він вирішує відповідну задачу. Практично кожна наступна задача базується на попередніх, наприклад, визначені теплові втрати приміщеннями (одна з задач) є вихідною величиною для розрахунку системи опалення цього приміщення та визначення поверхні нагрівальних приладів (інша задача).

При виконанні технологічної лабораторної роботи з визначення характеристик установки кондиціонування повітря в теплий період кожний студент отримує індивідуальні дослідні дані для наступних розрахунків, тобто кількість проведених дослідів відповідає кількості студентів в підгрупі.

Перевірка виконаних студентами модульної та поточної №1 контрольних робіт провадиться викладачем в період їх виконання за заздалегідь складеними відповідями на кожне питання картки з відповідною оцінкою в залежності від кількості правильних відповідей та їх складності, а поточної контрольної роботи №2— за результатами вирішення задач викладачем.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

### ***Види контролю***

Для зворотнього зв'язку та контролю засвоєння матеріалу, що вивчається, проводиться одна модульна контрольна та дві поточні контрольні роботи за розробленими завданнями.

*Модульна контрольна робота.* Студенту видається картка, в якій міститься 10 запитань (нескладні теоретичні та задачі) за наступними темами:

- Термодинамічні характеристики атмосферного повітря.
- Процеси змішування повітря, кути процесів.
- Надходження теплоти та вологи в приміщення.
- Розрахунки повітрообміну.

*Поточна контрольна робота № 1.* Студенту видається картка, в якій міститься 8 запитань (нескладні теоретичні та задачі) за наступними темами:

- Розрахунки витрат теплоти на опалення (точний метод - за тепловими втратами; за збільшеними показниками)

- Розрахунки повітрообміну приміщень.
- Вибір обладнання системи механічної вентиляції ( калорифери, вентилятори).

*Поточна контрольна робота № 2.* Студенту пропонується вирішення однієї з задач, пов'язаної зі складанням та вирішенням рівнянь теплового балансу окремих вузлів теплових схем парових, водогрійних та пароводогрійних котелень:

- Атмосферний деаератор.
- Редукційна охолодна установка (РОУ).
- Сепаратор безперервного продування.
- Пароводяний підігрівник водопідігрівальної установки (ВПУ).
- Охолодник конденсату ВПУ.
- Рециркуляційний вузол.
- Вузол перепуску.
- Водоводяний теплообмінник.
- Вакуумний деаератор.

Всі контрольні роботи продовжуваністю по 45 хв. проводяться на відповідних практичних заняттях (див. перелік практичних занять).

### ***Рейтингова система оцінювання результатів навчання***

Рейтинг студента з освітнього компонента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання аудиторних та домашніх індивідуальних завдань з практичних занять і комп'ютерного практикуму;
- 2) виконання та захист лабораторних робіт;
- 3) дві модульні та одна поточна контрольні роботи;
- 4) одну розрахункову роботу;
- 5) відповідь на екзамені.

### ***Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання***

#### **1. Робота на практичних заняттях**

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх повних практичних заняттях дорівнює  $2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$ .

Максимальний бал на кожному занятті студент отримує за своєчасне, повне і правильне вирішення задачі (завдання), підготовленість до практичного заняття та правильні відповіді на питання викладача за темою, що розглядається.

При несвоєчасному, але повному і правильному вирішенні завдання на кожному практичному занятті студент отримує 1,5 бали, а при непідготовленості до заняття – 0,5 балів.

При відсутності на практичному занятті без поважних причин та невирішенні завдання студент отримує 0 балів.

На неповних практичних заняттях (де проводяться і контрольні роботи) рейтингові бали виставляються за результатами контрольних робіт (див. нижче).

#### **2. Лабораторні роботи та комп'ютерний практикум**

Ваговий бал за технологічну лабораторну роботу «Визначення характеристик установки кондиціонування повітря» – 5 балів; за інші лабораторні роботи та комп'ютерний практикум – по 2 бали.

Максимальна кількість балів на всіх лабораторних заняттях та комп'ютерному практикуму дорівнює  $5 + (2 \times 7) = 19 \text{ балів}$ .

За несвоєчасне виконання та захист лабораторних робіт або комп'ютерного практикуму студент отримує відповідно 4 бали за технологічну роботу і по 1,5 бали за решту лабораторних робіт та комп'ютерного практикуму.

При неповних відповідях при захисті лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму) студент отримує відповідно 3 і 1 бал за кожну з робіт відповідно.

#### **3. Модульний та поточний контроль**

При отриманні оцінки «відмінно» за кожну контрольну роботу студент отримує 5 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює  $5 \text{ балів} \times 3 = 15 \text{ балів}$ .

При отриманні оцінки «добре» студент отримує 4 бали, «задовільно» - 3 бали, «незадовільно» – 0 балів за кожну контрольну роботу.

#### **4. Розрахункова робота**

Ваговий бал – 8.

При несвоєчасному виконанні роботи та виявлені помилки при її виконанні студент отримує  $8 - 3 = 5 \text{ балів}$ .

Штрафні бали нараховуються за пропуски занять (лекції, практичні та лабораторні заняття) без поважних причин – по 0,5 бала за кожне пропущене заняття.

|                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Розмір шкали рейтингу       | $R = 100 \text{ балів}$ .  |
| Розмір стартової шкали      | $r_c = 54 \text{ балів}$ . |
| Розмір екзаменаційної шкали | $r_e = 46 \text{ балів}$ . |

### **Умови позитивної проміжної атестації**

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 13 балів.

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 24 бали.

**Умови допуску до екзамену:** зарахування всіх індивідуальних завдань з практичних занять, всіх лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму), розрахункової роботи; написані контрольні роботи; а також стартовий рейтинг  $r_c \geq 35$  балів.

### **Критерії екзаменаційного оцінювання**

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу.

Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне (задача).

Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння освітнього компонента.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 13 балів, а практичне – 20 балів.

**Система оцінювання теоретичних питань:**

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 13 – 12 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації, або незначні неточності) – 11 – 9 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки) – 8 – 5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

**Система оцінювання практичного запитання:**

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язання завдання – 20 – 18 балів;
- «добре», повне розв'язання завдання з несуттєвими неточностями – 17 -15 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14 – 11 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

| <i>Рейтингові бали, RD</i>                        | <i>Оцінка за університетською шкалою</i> |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------|
| $95 \leq RD \leq 100$                             | Відмінно                                 |
| $85 \leq RD \leq 94$                              | Дуже добре                               |
| $75 \leq RD \leq 84$                              | Добре                                    |
| $65 \leq RD \leq 74$                              | Задовільно                               |
| $60 \leq RD \leq 64$                              | Достатньо                                |
| $RD < 60$                                         | Незадовільно                             |
| Невиконання умов допуску до семестрового контролю | Не допущено                              |

### **Робочу програму освітнього компонента (силабус):**

Складено к.т.н., доц. Боженко Михайло Федорович

Ухвалено кафедрою теоретичної і промислової теплотехніки (протокол № 16 від 23.06.2021 р.)

Погоджено Методичною комісією теплоенергетичного факультету (протокол № 11 від 24.06.21 р.).