



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра ЕТС та ЕМ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва курсу	Енергоефективні технології в теплотехнічних процесах та установках
Викладач	Василь КЛИМЕНКО, доктор технічних наук, професор кафедри ЕТС та ЕМ
Контактний тел.	+38(095)-367-08-53
E-mail:	klymvas@ukr.net
Обсяг та ознаки дисципліни	Нормативна дисципліна, змістових модулів – 4. Форма контролю: екзамен. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 32 годин, лабораторні роботи – 16 годин, самостійна робота – 72 годин. Формат: очний (offline / face to face). Мова викладання: українська. Рік викладання – 2023.
Консультації	Консультації проводяться відповідно до графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відео конференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Telegram за домовленістю.
Пререквізити	Особливі вимоги відсутні

1. Мета і завдання дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Енергоефективні технології в теплотехнічних процесах та установках» є формування знань та умінь, необхідних теплоенергетикам підприємства у роботі по реалізації державної програми з енергозбереження. Оволодіння програмою курсу сприяє виконанню завдань з інших дисциплін, які передбачають наукові дослідження, узагальнення теоретичного матеріалу і розробку практичних рекомендацій щодо застосування результатів наукового дослідження. Матеріал навчальної дисципліни допоможе при аналізі інформаційних джерел, статей, доповідей на науково-практичних конференціях.

Завдання вивчення дисципліни:

- освоєння методів технічного та організаційного характеру пошуку можливостей скорочення споживання енергоресурсів на промислових підприємствах; ознайомити з електронними та Інтернет-ресурсами; засвоєння системи роботи з бібліотечно-бібліографічними джерелами інформації.
- формування загальних та фахових компетентностей, важливих для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкурентоспроможності на сучасному ринку праці.

2.Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен отримати компетенції достатні для того, щоб:

знати :

- стан енергоспоживання та енергозбереження, напрямки енергозбереження у теплотехнологіях, методи і критерії оцінки ефективності енергозбереження; загальні заходи з енергозбереження у теплотехнологічних установках; в будівлях та спорудах; у холодильних установках та системах постачання стиснутого повітря; схемно-конструктивні рішення використання біопалива та вторинних енергоресурсів; систему енергетичного аудиту;

вміти:

- розробляти заходи з енергозбереження у теплотехнічних установках ; виконувати оцінку ефективності енергозбереження; розробляти схеми та заходи підвищення ефективності використання твердих рослинних відходів, застосування біологічних продуктів для виробництва біогазу; впроваджувати енергетичний аудит систем енергопостачання та енергоспоживання підприємства, розробляти енергетичні характеристики технологічних агрегатів, процесів, споруд та підприємства в цілому.

Після вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти повинні набути наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі електричної інженерії або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення, оцінювання та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК9. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності

ФК8. Здатність розробляти і впроваджувати обґрунтовані енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування, а також експлуатації теплоенергетичного та електротехнічного устаткування, застосовувати спеціальні знання для створення енергоефективних систем енергопостачання та енергоспоживання з врахуванням вимог надійності, ефективності та безпеки експлуатації.

ФК10. Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні чинники та ризики, що впливають на реалізацію технічних рішень в системах енергопостачання та енергоспоживання.

ФК 14. Здатність розуміти принципи функціонування систем енергетичного менеджменту, виконувати енергетичні аудити, розробляти техніко-економічне обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності та здійснювати вибір енергоносія.

ФК15. Знання енергоефективних технологій у теплотехнічних процесах та установках, відновлювальних джерел енергії та вторинних енергоресурсів.

Програмні результати навчання

ПРН7. Уміння застосовувати навички роботи з комп'ютером, інформаційні технології та програмні засоби під час вирішення конкретних задач професійної діяльності.

ПРН8. Уміння планувати та впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування, а також експлуатації теплотехнічних установок, зокрема з використанням відновлювальних джерел енергії та вторинних енергоресурсів; розробляти технічні завдання на нові енергоефективні установки, їх модернізацію, реконструкцію, обирати та обґрунтовувати застосування ефективних схем та параметрів в системах розподілу та споживання теплової енергії.

ПРН15. Уміння інтегрувати фундаментальні та спеціальні знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати аспекти різної природи під час розв'язання інженерних задач та проведення досліджень.

ПРН17. Уміння застосовувати професійні знання та навички у практичних ситуаціях.

ПРН19. Уміння розробляти та впроваджувати системи енергетичного менеджменту, застосовувати методику проведення енергетичного аудиту з розробленням звіту, виконувати техніко-економічне обґрунтування заходів з підвищення енергоефективності та вибору енергоносія.

ПРН20. Уміння впроваджувати заходи з підвищення рівня енергоефективності у теплотехнічних процесах та установках, відновлювальні джерела енергії та використовувати вторинні енергоресурси.

Пререквізити

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Енергоефективні технології в теплотехнічних процесах та установках» значно підвищиться, якщо студент попередньо опанував матеріал таких дисциплін як: «Обчислювальна техніка та програмне забезпечення», «Основи метрології та електричних вимірювань», «Теплотехнологічні процеси та енергетичні установки», «Математичні задачі електроенергетики», «Гідрогазодинаміка», «Джерела енергії».

3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Під час організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Паливно-енергетичні ресурси України і сучасний стан енергоспоживання. Енергозбереження. Сучасний стан енергозбереження в Україні. Закон України «Про енергозбереження» та його основні положення; енергозбереження та захист навколишнього середовища. Структурна схема організації та управління енергозбереженням. Основні директивні та нормативні матеріали з енергозбереження.

Тема 2. НАПРЯМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ І ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ТА ОЦІНКА ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основні напрями енергозбереження: у питаннях теплообміну, в теплогенеруючих установках, котельнях і теплових мережах, в теплотехнологіях, в будівлях і спорудах. Підвищення енергетичної ефективності та екологічної безпеки систем теплогенерації і тепlopостачання при використанні альтернативних джерел енергії.

Тема 3. ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У

ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВКАХ

Використання вторинних енергетичних ресурсів в теплотехнічних установках. Організація систем рециркуляції. Пасивні методи енергозбереження. Інтенсифікація теплопередачі у теплотехнологічних установках. Використання ефективних теплопровідних пристроїв. Комплексне використання холоду, теплової та електричної енергій. Акумулятори теплоти. Трансформатори теплоти. Використання ВДЕ.

Енергозбереження в процесах теплопровідності, конвекції, променистого теплообміну, теплообміну при конденсації пари і кипінні рідини. Інтенсифікація процесів теплопередачі.

Тема 4. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ

Види та класифікація високотемпературних теплотехнологічних установок. Заходи з енергозбереження у високотемпературних теплотехнологічних установках. Оптимальний вибір конструктивних та технологічних параметрів установки.

Тема 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТЕПЛОМАСООБМІННИХ УСТАНОВКАХ.

Класифікація та принцип дії сушильних установок. Енергозбереження у сушильних установках. Способи енергозбереження у випарних установках. Енергозбереження у ректифікаційних установках. Енергозбереження в абсорбційних, екстракційних та кристалізаційних установках.

Змістовий модуль 2.

Тема 6. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ.

Енергетична ефективність будівель і споруд. Тепловий режим будівлі. Заходи щодо енергозбереження в будівлях і спорудах. Заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. Енергозбереження в промислових будівлях. Енергозбереження в системах гарячого водопостачання.

Тема 7. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВКАХ ТА СИСТЕМАХ ПОСТАЧАННЯ СТИСНУТОГО ПОВІТРЯ

Призначення та класифікація холодильних установок. Основні можливості енергозбереження в системах охолодження. Акумулявання теплової енергії в холодильній техніці.

Заходи по підвищенню ефективності систем виробництва стисненого повітря

Тема 8. СХЕМНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА ТА ВТОРИННИХ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

Біопаливо та його застосування. Підвищення ефективності використання твердих рослинних відходів. Застосування біологічних продуктів для виробництва біогазу. Рідке біопаливо та його застосування.

Використання відпрацьованої пари для теплопостачання. Використання відпрацьованої пари для вироблення електроенергії. Використання теплоти технологічних продуктів. Застосування ТН як низько-потенційних джерел теплоти та альтернативних джерел енергії. Використання енергії надлишкового тиску природного газу.

Тема 9. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ДОВКІЛЛЯ

Викопні джерела енергії та вплив їх використання на довкілля. Поновлювані джерела енергії і довкілля. Теплові насоси і схемно-технологічні рішення їх застосування. Зелена енергетика.

Тема 10. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПАСПОРТ СПОЖИВАЧА ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ.

Енергетичний аудит систем енергопостачання та енергоспоживання підприємства. Розробка енергетичних характеристик технологічних агрегатів, процесів, споруд та підприємства в цілому. Розробка енергетичного паспорту підприємства, норм питомих витрат ПЕР.

5. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю здобувачів, усне опитування, письмовий контроль.

Форма підсумкового контролю: екзамен (1-й семестр).

Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою, у тому числі: з навчальної роботи – 60 балів, рейтинг з атестації (екзамен) – 40 балів.

Критерії оцінки іспиту:
оцінку «відмінно» (90-100 балів, А) заслуговує студент, який:
- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і

факти, виявляючи особистісну позицію;

- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку « добре» (82-89 балів, В) – заслуговує студент, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;
- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку «добре» (74-81 бал, С) заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку «задовільно» (64-73 бали, D) – заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку «задовільно» (60-63 бали, E) – заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка «незадовільно» (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку «незадовільно» (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і

відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
 - допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
 - не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Підсумкова (загальна) оцінка курсу навчальної дисципліни є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєння теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі та атестації.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти:

Поточне тестування та самостійна робота												Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2							
T1	T2	T3	T4	T5	ЗК1	T6	T7	T8	T9	T10	ЗК2	40	100
4	4	4	4	4	10	4	4	4	4	4	10		

6. Рекомендована література

Базова

1. Клименко, В. В. Енергозбереження в теплотехнологічних процесах та установках : навч. посіб. / В. В. Клименко, В. І. Кравченко, Р. В. Телюта ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : Ексклюзив-Систем, 2020. – 219 с.- <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9574>
2. Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Гуцул В. І. Технологічні основи виготовлення біопалива з рослинних відходів та їх композитів: Монографія. /За ред. В.В. Клименка – Кропивницький:ПП «Ексклюзив-Систем», 2017. – 162 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/6980>
3. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Навч.пос.-К.: Центр учбової літератури. 2008.- 224 с.
4. Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський, В.О. Лазоренко, А.В. Міщенко, О.В. Шеліманова (за ред. Б.Х. Драганова) Теплотехніка: Підручник.— 2-е вид., перероб. і доп.— Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. - 400 с; [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7480/1/Teplotekhnika%20Bes sarab.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7480/1/Teplotekhnika%20Bes%20sarab.pdf)
5. Толбатов В.А., Лебединський І.Л., Толбатов А.В. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах. Навчальний посібник.. -

Суми : Вид-во СумДУ, 2009.-194 с. (електронний ресурс).

Допоміжна

1. Macchi E., Campanari S. Potential developments for gas microturbines: Hybrid cycles and trigeneration // Cogeneration and On-Site Power Production, 2001, № 2. – P. 41–51.

2. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств. - Видавник: Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності»
./www.giz.de/ukraine-ua.-2020.-141 с. -https:// saee.gov.ua/sites/default/files/2021_04_02_Practical_Energy_Audit_Guidebook.pdf

3. Jagadale K.M. Low pressure high torque quasi turbine rotary air engine / K.M. Jagadale, V. R. Gambhire // International journal of innovative research in science. –№3. – 2014. – P. 293-300.

4. Дудюк Д. Л., Мазепа С. С, Гнатишин Я. М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: Навч. посіб. - Львів: «Магнолія 2006», 2008.-188 с.(електронний ресурс)

5. Martin, N., Worrell, E., Price, L.K., Ruth, M.B., Anglani, N., Elliott, N., Shipley, A., Thorne, J., Nadel, S., 2000. “Emerging Energy-Efficient Industrial Technologies,” Berkeley, CA/Washington, DC: LBNL/ACEEE. P.1-10
<https://www.osti.gov/servlets/purl/839223>

6. Кашуко А. Д., Сіварг О. О., Корасов О. М., Гут П. О. Результати освоєння і випробування когенераційної газотурбінної установки з котлом утилізатором П-92 і газотурбінним приводом ГТП55СТ-20 // Енергетика та електрофікація. – 2004, № 8. – С. 15–20.

7. Sarah J. Simon, Amanda R. Singleton and John F. Carter. Landfill Gas as Fuel for Combined Heat and Power / Cogeneration and Distributed Generation Journal. Vol. 22, N 4. – 2007. – P. 33–44.

8. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «БЕЗПЕКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ» -
http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245239555

9. Енергетичний аудит: опорний конспект лекцій /укладач С.В.Сапожніков.- Суми: Сумський державний університет. 2011.- 120 с. (електронний ресурс).

10. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств. -Видавник: Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності»
./www.giz.de/ukraine-ua.-2020.-141 с. -https:// saee.gov.ua/sites/default/files/2021_04_02_Practical_Energy_Audit_Guidebook.pdf?fbclid=IwAR3aJedcPZ6mixqQtelE2K6KP6rCRYyV9VL9ACIv5hACo9N3YXkRd1-Oas

11. Енергетичний менеджмент / Ю.В. Дзядикевич, Р.Б. Гевко, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль: Економічна думка, 2014. – 335 с. <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/10017>

12. Л.Ю.Козак, Б.В. Долішній. Підвищення ефективності турбодетандерів при утилізації пружної енергії стиснутого природного газу./Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.- № 4(9).- 2003.- с.24-26 (електронний ресурс).

13. Клименко В.В. Особливості схемних рішень заглиблених плодоовочесховищ, які використовують природний холод / В.В. Клименко, О.В. Скрипник// Галузеве машинобудування та будівництво: збірник наукових праць ПолтНТУ.- 2012.-Вип. 4(34),Том 2.- С.96-104. (електронний ресурс).

14. Ткаченко О. О. Високотемпературні процеси та установки: Підруч. — К.: А.С.К., 2005. — 480 с. — (Технічна освіта) ISBN 966-539-471-1.

15. Методичні рекомендації « Оцінка ефективності функціонування « Енергетичного паспорту підприємства » на підприємствах України »./ Наказ Державної інспекції з енергозбереження від « 19 » жовтня 2001р. № 169 та введено в дію з « 19 » жовтня 2001р.(електронний ресурс).

Інформаційні ресурси:

1. Дистанційна освіта ЦНТУ [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький, 2022. <http://moodle.kntu.kr.ua/course/view.php?id=261>
2. Центральноукраїнський національний технічний університет: кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент» [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький: Кафедра ЕТС та ЕМ, 2022. – Режим доступу: <http://etsem.kntu.kr.ua/>
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
4. Індеси повнотекстових книг. Режим доступу: <https://books.google.com.ua/>

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ЕТС та ЕМ, Протокол № 1 від «28» серпня 2023 року.