



КІНЦЕВЕ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ В ПРОМИСЛОВOSTІ, В БУДІВЛЯХ І СПОРУДАХ.

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	14 Електрична інженерія
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній
Обсяг дисципліни	150 годин / 5 кредитів ЄКТС (лекційні заняття – 20 год., практичні заняття – 10 год., СРС – 120 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Басок Борис Іванович , borys.basok@gmail.com д.т.н., ст. наук. співр, Давиденко Борис Вікторович, bdavydenko@ukr.net д.т.н., проф. Круковський Павло Григорович, kruk_2@ukr.net к.т.н., ст. досл., Гончарук Світлана Михайлівна goncharuk-s@ukr.net
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Кінцеве теплоспоживання. Енергоефективність теплових процесів в промисловості, в будівлях і спорудах» дозволить отримати теоретичні знання та практичні навички з основ дослідження теплоперенесення в будівлях, сучасних проблем теплоспоживання кінцевих споживачів і поліпшення повітряно-температурного режиму в спорудах, підвищення енергоефективності та реалізації в них заходів щодо енергозбереження. Ці знання дадуть змогу аспірантам самостійно складати та застосовувати на практиці методи теплофізичного аналізу процесів перенесення теплоти і маси, складати розрахункові схеми та виконувати математичну обробку результатів досліджень. Програма навчальної дисципліни «Кінцеве теплоспоживання. Енергоефективність теплових процесів в промисловості, в будівлях і спорудах» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Метою навчальної дисципліни «Кінцеве теплоспоживання. Енергоефективність теплових процесів в промисловості, в будівлях і спорудах» є ознайомлення аспірантів другого року

навчання з загальними основами досліджень процесів перенесення теплоти, методами розрахунку теплових втрат, розроблення та впровадження заходів з енергоефективності та енергозбереження в кінцевого споживача.

Предметом навчальної дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок з розробки заходів з енергозбереження та енергоефективності, методів аналізу та локалізації теплових втрат.

Компетентності:

ЗК3 Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

СК1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках

СК4 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень

Програмні результати навчання:

ПРН1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій

ПРН2 Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми теплоенергетики державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

ПРН6 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів

ПРН7 Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

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

До початку вивчення дисципліни аспіранти повинні щонайменше мати базові знання з основ інженерії, систем розподілу електричної та теплової енергії та керування ними, інформаційних технологій в системах енергопостачання, базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2. Компетентності та програмні результати навчання, одержані в процесі вивчення дисципліни, є необхідними для подальшого якісного виконання аспірантами індивідуальних наукових досліджень та складання дисертаційної роботи на здобуття вченого ступеня доктора філософії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Енергоефективність, поняття та визначення. Стан законодавства України та ЄС в області енергоефективності.

Тема 2. Загальне постачання первинної енергії в Україні та у світі. Показник енергоефективності EROEI. Кінцеве енергоспоживання. Класифікація енергоефективності будівель в Україні та у світі.

Тема 3. Енергоефективність промисловості. Енергетичні стратегії України. Базові показники енергоефективності.

Тема 4. Енергоефективність будівель та споруд. Тепловий режим будівлі. Зовнішні і внутрішні кліматичні умови. Теплопередача через огороження будівлі. Перенесення вологи через будівельні конструкції. Вологий режим приміщення.

Тема 5. Системи опалення будівель. Основні види систем опалення. Визначення потужності системи опалення будинку. Нагрівальні пристрої для приміщень: радіатори, конвектори, електричні нагрівачі, фанкойли, панельно-променеве опалення. Застосування сонячної енергії для опалення будинків. Енергозбереження в системах опалення.

Тема 6. Підвищення енергетичної ефективності систем опалення будинків. Регулювання потужності систем теплопостачання будівлі. Індивідуальні теплові пункти. Переривчастий режим опалення будівлі. Теплові насоси для будівель.

Тема 7. Захист будівель від теплових втрат через стінові конструкції. Теплофізичні властивості будівельних огорожувальних конструкцій. Вибір теплоізоляційних матеріалів для утеплення споруд. Ефективність огорожувальних конструкцій з покращеними теплоізоляційними показниками. Розрахунок теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій на стадії проектування. Контроль тепловтрат будівлі через огорожувальні конструкції, пристрої для контролю тепловтрат та енергоаудит будівлі.

Тема 8. Методи підвищення енергетичної ефективності світлопрозорих конструкцій. Збільшення кількості камер в склопакетах для вікон. Зменшення радіаційних теплових втрат через віконні конструкції шляхом нанесення низькоемісійних покриттів на поверхні скла. Заміна повітря в камерах склопакетів на інертні гази. Заповнення камер в склопакетах аерогелем. Застосування вакуумного скла в склопакетах. Застосування електричного обігріву скла.

Тема 9. Рекуперативні системи вентиляція приміщень. Типи рекуператорів теплоти, принципи їх роботи та конструкційні особливості. Розрахунки систем рекуперативної вентиляції. Оцінка ефективності роботи рекуперативної системи вентиляції.

Тема 10. Розрахунково-експериментальний підхід аналізу енергоефективності теплоспоживання в промислових будівлях і спорудах.

Тема 11. Проведення енергоаудиту будівель та споруд.

Тема 12. Радіаційнобезпечний конфаймент Чорнобильської АЕС. Дослідження радіаційного, теплового та вологісного стану.

Тема 13. Дослідження теплового, вологісного стану та режимів вентиляції метрополітену.

Тема 14. Основи проектування енергоефективних будівель, пасивних будівель, будівель «нуль-енергії», «розумних» будівель, енергоактивних будівель.

Тема 15. Довгострокова стратегія термомодернізації будівель України до 2050 року. Фонд енергоефективності. Політики відновлення пошкоджених війною будівель України.

Тема 16. Перспективи розвитку будівель в світі до 2050 року. Сценарій МЕА. Енергія для забезпечення будівель.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Дубовський С.В. Енергетика і глобальне потепління. Київ. Наукова думка. 2023. 170 с. ISBN 978-966-00-1841-9
2. Басок Б.І., Новосельцев О.В., Дубовський С.В., Базєєв Є.Т. Теплозабезпечення населених пунктів. Енергоефективність, інновації, енергоменеджмент – Київ: Наукова думка. – 2020. – 243 с. ISBN 978-966-1721-4.
3. Карп І.М., Нікітін Є.Є., Басок Б.І., Дубовський С.В. та ін. Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні / Київ, Наукова думка, т. 2, 2022. 200 с. ISBN 978-966-00-1828-8.
4. Посібник: Керівництво з розробки схем теплопостачання. Проєкт енергетичної безпеки, USAID (Агентство США з міжнародного розвитку). Жовтень, 2021 р. Київ. 268 с.
5. Кравченко В. С., Садлій Л. А., Давидчук В. І., Інженерне обладнання будинків. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studiles.net>
6. Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Беляєва Т.Г., Божко І.К., Гончарук С.М., Давиденко Б.В., Кужель Л.М., Лисенко О.М., Недбайло О.М., Новіков В.Г., Новіцька М.П., Приймак О.В., Приємченко В.П., Ткаченко М.В., Фаренюк С.Г., Хибіна М.А. Експериментальний пасивний будинок "нуль енергії" монографія подана до друку (Видавництво "Наукова Думка"), 2025.
7. Фаренюк ГГ Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій - К.: Гама-Принт, 2009
8. Комплексна оцінка кліматичних умов житлової забудови / М.В. Тимофєєв, О.В. Сергейчук, Г.В. Шамріна: навчальний посібник. – К., КНУБА, 2015. – 128 с.
9. Хоменко В.П., Фаренюк Г.Г. Справочник по теплозащите зданий. К.: "Будівельник", 1986. – 216 с.
10. Басок Б.І., Давиденко Б.В., Кужель Л.М., Новіков В.Г., Гончарук С.М. Теплопередача через віконні конструкції. Київ. Наукова думка. 2024. 208 с. ISBN 978-966-00-1887-7
11. М.А.Саницький, О.Р.Позняк, І.В.Бідник, Д.В.Кротов, Т.І.Маковська, Л.М.Мочарська, С.М.Рожко Під редакцією: д.т.н., академіка Академії будівництва України, професора М.А.Саницького, к.т.н. О.Р.Позняк АНАЛІЗ МІЖНАРОДНОГО ТА ВІТЧИЗНЯНОГО ДОСВІДУ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГАЛУЗІ БУДІВНИЦТВА. Львів, 2008. 134 с.
12. Зеркалов Д.В. Правова основа енергозбереження. Довідник. — К.: КНТ, 2007. — 400 с. (Серія: «Енергозбереження в Україні»)
13. Лісенко В.А., Суханов В.Г., Закорчемний Ю.О., Верьовкіна С.Є. Архітектурно-конструктивні енергоефективні оболонки будівель та споруд.- Одеса: Видавництво «Optimum», 2015. 254 с.
14. Круковский П.Г., Метель М.А., Скляренко Д.И., Краснов В.А, Сулимов В.П., Бороздин В.Г, Поклонский В.Г. НОВЫЙ БЕЗОПАСНЫЙ КОНФАЙНМЕНТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС (расчетно-экспериментальный анализ при проектировании и эксплуатации). Киев, ООО "Франко Пак", 2019. – 300 с. ISBN 978-966-97864-7-0
15. Розрахунково-експериментальний аналіз і прогнозування термогазодинамічного і вологісного станів підземних тунелів: монографія / Круковський П.Г., Дейнеко А.І., Дядюшко Є.В., Скляренко Д.І.; Під ред. П.Г. Круковського, А.І. Дейнеко / Київ, ТОВ "Франко Пак", 2020. –141с. ISBN 978-966-97896-8-6.
16. Дейнеко А.І. Термогазодинамічний стан тунелів метрополітенів. Розрахунково-експериментальний аналіз і прогнозування. LAP LAMBERT Academic Publishing, 148 С. 2021. ISBN-10: 6204728415; ISBN-13: 978-6204728414
17. РОЗПОРЯДЖЕННЯ КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ "Деякі питання стратегічного розвитку енергетичної ефективності будівель". № 1228-р 29 Грудня 2023 року. <https://mtu.gov.ua/documents/2389.html>

18. *iea. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector. May 2021. 224 p.*
https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

19. Гончарук С.М., Лисенко О.М. Теплофізичні аспекти підвищення енергоефективності громадських будівель. - Київ: Наукова думка. 2021. – 232 с., ISBN 978-966-00-1775-7.

20. Теоретичні основи інформаційно-вимірjuвальних систем: Підручник / Т741 В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с. ISBN 978-966-932-027-8

21. *Empowering Ukraine Through a Decentralised Electricity System. A roadmap for Ukraine's increased use of distributed energy resources towards 2030.*
<https://iea.blob.core.windows.net/assets/b9124406-5b8b-444f-8b20-c4fc22a9221e/EmpoweringUkraineThroughaDecentralisedElectricitySystem.pdf>

22. Довгострокова стратегія термомодернізації будівель на період до 2050 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2023-%D1%80#Text>);

23. Енергетична стратегія України на період до 2050 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>, закрита до вільного доступу, лише для службового користування);

24. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/587-2024-%D1%80#Text>, UA A1_draft_NECP_2024_04_22_for_submission.pdf);

25. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>);

26. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/761-2024-%D1%80#Text>);

27. Стратегія розвитку розподіленої генерації на період до 2035 року (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/713-2024-%D1%80#Text>).

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 20 годин лекцій, 10 годин практичних занять та 4 години лабораторних занять.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття аспірантами умінь і досвіду застосовувати на практиці методів аналізу, розрахунку та вдосконалення повітряно-теплового режиму в будівлях та спорудах.

Методи та форми навчання включають лекції та практичні заняття. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими технологіями: візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Енергоефективність, поняття та визначення. Стан законодавства України та ЄС в області енергоефективності. Література [1, 2]
2	Загальне постачання первинної енергії в Україні та у світі. Показник енергоефективності <i>EROEI</i> . Кінцеве енергоспоживання. Класифікація енергоефективності будівель в Україні та у світі.

	<i>Література [1, 2]</i>
3	<i>Енергоефективність промисловості. Енергетичні стратегії України. Базові показники енергоефективності. Література [2, 3]</i>
4	<i>Тепловий режим будівлі. Зовнішні і внутрішні кліматичні умови. Теплопередача через огороження будівлі. Перенесення вологи через будівельні конструкції. Вологий режим приміщення. Література [4, 5, 6, 7]</i>
5	<i>Системи опалення будівель. Основні види систем опалення. Визначення потужності системи опалення будинку. Нагрівальні пристрої для приміщень: чавунні радіатори, конвектори, електричні нагрівачі, фанкойли, панельно-променеве опалення. Застосування сонячної енергії для опалення будинків. Енергозбереження в системах опалення. Література [4, 5, 6, 7, 8]</i>
6	<i>Підвищення енергетичної ефективності систем опалення будинків. Регулювання потужності систем тепlopостачання будівлі. Індивідуальні теплові пункти. Переривчастий режим опалення будівлі. Література [4, 5, 6]</i>
7	<i>Захист будівель від теплових втрат через стінові конструкції. Теплофізичні властивості будівельних огорожувальних конструкцій. Вибір теплоізоляційних матеріалів для утеплення споруд. Ефективність огорожувальних конструкцій з покращеними теплоізоляційними показниками. Розрахунок теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій на стадії проектування. Контроль тепловтрат будівлі через огорожувальні конструкції, пристрої для контролю тепловтрат та енергоаудит будівлі. Література [5, 6, 9]</i>
8	<i>Методи підвищення енергетичної ефективності світлопрозорих конструкцій. Збільшення кількості камер в склопакетах для вікон. Зменшення радіаційних теплових втрат через віконні конструкції шляхом нанесення низкоемісійних покриттів на поверхні скла. Заміна повітря в камерах склопакетів на інертні гази. Заповнення камер в склопакетах аерогелем. Застосування вакуумного скла в склопакетах. Застосування електричного обігріву скла. Література [5, 6, 10]</i>
9	<i>Рекуперативні системи вентиляція приміщень. Типи рекуператорів теплоти, принципи їх роботи та конструкційні особливості. Розрахунки систем рекуперативної вентиляції. Оцінка ефективності роботи рекуперативної системи вентиляції. Література [5, 6, 7]</i>
10	<i>Розрахунково-експериментальний підхід аналізу енергоефективності теплоспоживання в промислових будівлях і спорудах</i>
11	<i>Проведення енергоаудиту будівель та споруд. Література [11]</i>
12	<i>Нормативно-правова база щодо питання енергозбереження в Україні. Література [12]</i>
13	<i>Основи проектування енергоефективних будівель, пасивних будівель, будівель «нуль-</i>

	енергії», «розумних» будівель, енергоактивних будівель. Література [13]
14	Радіаційнобезпечний конфаймент Чернобильської АЕС. Дослідження радіаційного, теплового та вологісного стану. Література [14]
15	Дослідження теплового, вологісного стану та режимів вентиляції метрополітену. Література [15, 16]
16	Довгострокова стратегія термомодернізації будівель України до 2050 року. Фонд енергоефективності. Політики відновлення пошкоджених війною будівель України. Література [17]
17	Перспективи розвитку в світі будівель та їх інженерних систем до 2050 року. Сценарій МЕА. Енергія для забезпечення будівель. Література [18]
18	Відновлення енергетичної інфраструктури України. Законодавча база. Перелік програм. Заходи із реалізації. Література [21-27]

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Побудова в програмі EXCEL розрахунку теплових втрат будівлі. Складання енергетичного балансу. Література [5, 6]
2	Розрахунки опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та товщини теплоізоляційного шару. Література [5, 6]
3	Розрахунки опору паро- та повітропроникнення зовнішніх огорожувальних конструкцій. Література [5, 6]
4	Приладове забезпечення проведення енергоаудиту: вимірювач теплового потоку, газоаналізатори, тепловізори тощо. Література [2, 3, 4, 19, 20].
5	Системи обліку, регулювання та автоматики. Прилади обліку енергії. Системи управління інженерним обладнанням. Література [2, 3, 4, 19, 20].

2. Лабораторні заняття

1	Експериментальні дослідження тепловтрат через фасадні стінові конструкції будівель. Приладове забезпечення. Проведення вимірювань, обробка експериментальних даних, визначення термічного опору. Співставлення із діючим ДСТУ та літературними даними. Надання висновків. Література [1, 2, 10, 19, 20].
2	Експериментальні дослідження тепловтрат через світлопрозорі конструкції будівель. Приладове забезпечення. Проведення вимірювань для склопакетів та віконних профілів, обробка експериментальних даних, визначення термічного опору.

3. Самостійна робота аспіранта

Завданням самостійної роботи аспірантів є навчити аспірантів самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань:

- обробка і осмислення інформації, отриманої безпосередньо на заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- підготовка до складання заліку.

Політика та контроль

4. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- відвідування лекцій та практичних занять
- активність на практичних та лекційних заняттях, регулярна самостійна робота
- дотримання стандартів академічної доброчесності.
- відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, аспірантам рекомендується відвідувати усі види занять (як лекцій, так і практичних та лабораторні заняття);
- Moodle та інші інтернет ресурси, що надає викладач, тощо.

5. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття

Контроль на практичних заняттях: оцінка якості виконання практичних завдань

Семестровий контроль: залік

Поточний контроль: опитування за темою лекції. Максимальна кількість балів – 20.

Контроль на практичних заняттях.

Максимальна кількість балів – 32.

Лабораторні заняття.

Максимальна кількість балів – 8.

Семестровий контроль.:

Екзамен – 40 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

6. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);

- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;
- інша інформація для аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Чл.-кор. НАН України, доктор технічних наук, проф. Б.І. Басок

Ухвалено Вченою радою ІТТФ НАН України (протокол № 7 від 11 квітня 2024 р.)

