

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Віктор КАПЛУН

«__» _____ 2024 р.

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри інженерії енергосистем

Протокол №__ від «__» _____ 2024 р.

в.о. завідувача кафедри

Євген АНТИПОВ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Інженерія відновлювальних джерел
енергії та енергоменеджмент»

Валерій ГОРОБЕЦЬ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ І АУДИТУ»

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

спеціальність 144 «Теплоенергетика»

освітня програма «освітньо-професійна»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Кафедра інженерії енергосистем

Розробник: доцент, к.т.н., доцент Антипов Євген Олексійович

Опис навчальної дисципліни

Основи енергетичного менеджменту і аудиту

(назва)

Освітній ступінь, галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	105	
Кількість кредитів ECTS		
Кількість змістових модулів	3,0	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2-й	-
Семестр	3-й	-
Лекційні заняття	10 год.	-
Практичні, семінарські заняття	20 год.	-
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	75 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	-

1. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – формувати у студентів здатність запропонувати і обґрунтувати заходи з підвищення ефективності теплоенергетичних об'єктів і систем; здатність аналізувати і розробити заходи з підвищення ефективності систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі; здатність застосувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту в теплоенергетичній галузі; здатність застосувати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.

Завдання дисципліни – є теоретична і практична підготовка слухачів з питань:

- вивчення нормативно-правової бази України у сфері енергетичного менеджменту та аудиту;

- отримання навичок оцінки фактичного стану енергоспоживання на підприємствах, а також визначення рівня фактичних втрат енергоресурсів;
- оволодіти методикою проведення енергоаудиту та моніторингу об'єктів енергетики, виконання основних розрахунків в частині енергозбереження на промислових підприємствах та в побуті;
- освоєння методів технічного та організаційного характеру пошуку можливостей скорочення споживання енергоресурсів на промислових підприємствах;
- впровадження систем енергетичного менеджменту відповідно до вимог ISO50001;
- підвищення енергетичної ефективності будівель, мереж та інженерних систем;
- теплового захисту будівель з використанням інноваційних інженерно-технічних рішень та сучасних будівельних матеріалів;
- визначення економічної ефективності заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель, мереж, інженерних систем та їх екологічних наслідків.

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

- Закон України «Про енергозбереження» та його основні положення;
- організаційні принципи реалізації державної політики з енергозбереження;
- структурну схему організації та управління енергозбереженням;
- основні директивні та нормативні матеріали з енергозбереження;
- узагальнену процедуру програми енергетичного аудиту та менеджменту;
- класифікацію та планування етапів проведення енергоаудиту;
- об'єкти енергетичного аудиту;
- етапи впровадження систем енергоменеджменту;
- заходи щодо енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності.

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

- використовувати основні директивні та нормативні матеріали з енергозбереження: положення про порядок організацій енергетичних обстежень підприємств; положення про енергетичний паспорт підприємства; правила технічної експлуатації енергетичних об'єктів; правила користування електричною і тепловою енергією;
- продемонструвати знання і розуміння формування і застосування математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі;

- аналізувати і розробити заходи з підвищення ефективності систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі;

- застосувати розуміння питань використання технічної літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі;

- застосувати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціальні задачі та практичні проблеми в галузі термодинаміки і теплотехніки на середньому рівні управління на основі застосування базових знань та практичних навичок з дисципліни	
<i>Інтегральна компетентність</i>	ІК1	Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.
<i>Загальні компетентності</i>	ЗК4	Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
<i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</i>	СК2	Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики.
	СК4	Здатність управляти робочими процесами та приймати ефективні рішення у сфері теплоенергетики, беручи до уваги соціальні, економічні, комерційні, правові, та екологічні аспекти

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Задачі і методологія проведення енергоаудиту та побудови і впровадження системи енергетичного менеджменту

Тема 1. Законодавство України у сфері енергетичного аудиту та менеджменту

Призначення енергетичного аудиту та системи енергетичного менеджменту. Порядок проведення енергетичного аудиту. Права та обов'язки енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній.

Тема 2. ДСТУ з енергетичного аудиту та ISO з енергетичного менеджменту

Сфера застосування. Вимоги до складу робіт з енергоаудиту. Вимоги до аналізу економічного становища підприємства та до питомого енергоспоживання. Базові принципи побудови та етапність впровадження систем енергетичного менеджменту відповідно до вимог ISO50001.

Тема 3. Методологія енергоаудиту

Етапи енергоаудиту. Способи проведення енергоаудиту. Методи розрахунку втрат електроенергії.

Тема 4. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об'єкта

Визначення поточного стану споживання енергії та її вартості. Система тарифів на постачання енергії й енергоносіїв.

Тема 5. Енергетичне обстеження об'єкту аудиторами

Схема технологічного процесу. Список важливих споживачів енергії.

Змістовий модуль 2. Аналіз енерговикористання і рекомендації з енергозбереження

Тема 6. Поточний стан енерговикористання

Методи вимірювання витрат енергії і енергоносіїв. Стаціонарні та тимчасові вимірники. Метод регресивного аналізу і тестового контролю. Оцінка споживання енергії технологічним обладнанням та системами освітлення.

Тема 7. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті

Звіт про річну закупівлю та споживання палива та енергії. Графіки зміни енергоспоживання в часі та регресивного аналізу. Таблиця енергоаудиту. Коефіцієнти вартості палива. Кругові діаграми енергоспоживання.

Тема 8. Рекомендації з ефективного використання енергії

Постачання енергії на об'єкт. Обладнання перетворення енергії. Розподіл енергії. Обладнання споживання енергії. Втрати в системі генерування, перетворення і розподілу. Енергія кінцевого споживання. Енергетичний баланс.

Змістовий модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем

Тема 9. Аудит теплових мереж, систем опалення та гарячого водопостачання

Джерела теплопостачання, теплові мережі. Індивідуальні теплові пункти. Системи опалення, розподілу та тепловіддачі. Схеми систем гарячого водопостачання на основі ПДЕ. Особливості обстеження цих систем.

Тема 10. Енергетичне обстеження будівель і споруд

Особливості обстеження та оцінки стану огорожувальних конструкцій будівель різних років побудови. Основи теплофізичних розрахунків теплоізоляційної оболонки будівель та споруд.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Задачі і методологія проведення енергоаудиту та побудови і впровадження системи енергетичного менеджменту														
Тема 1. Законодавство України у сфері енергетичного аудиту та менеджменту		3	1	2										
Тема 2. ДСТУ з енергетичного аудиту та ISO з енергетичного менеджменту		23	1	2			20							
Тема 3. Методологія енергоаудиту		3	1	2										
Тема 4. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об'єкта		3	1	2										
Тема 5. Енергетичне обстеження об'єкту аудитором		3	1	2										
Разом за змістовим модулем 1		35	5	10			20							
Змістовий модуль 2. Аналіз енерговикористання і рекомендації з енергозбереження														
Тема 6. Поточний стан енерговикористання		3	1	2										
Тема 7. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті		23	1	2			20							
Тема 8. Рекомендації з ефективного використання енергії		3	1	2										
Разом за змістовим модулем 2		29	3	6			20							
Змістовий модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем														

Тема 9. Аудит теплових мереж, систем опалення та гарячого водопостачання		38	1	2			35						
Тема 10. Енергетичне обстеження будівель і споруд		3	1	2									
Разом за змістовим модулем 3		41	2	4			35						
Усього годин		105	10	20			75						

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок витрат тепла для різних температур зовнішнього повітря і вибір джерела теплоти	2
2	Розрахунок втрат електроенергії на промислових підприємствах	2
3	Вивчення потоків енергії в паровому котлі, теплообміннику, холодильній установці	2
4	Вивчення структури енергоспоживання та побудова електробалансу підрозділів промислового підприємства	2
5	Оцінювання ефективності компенсаторів реактивної потужності	2
6	Розрахунок ефективності роботи рекуператора повітря в системах вентиляції з природнім спонуканням	2
7	Розрахунок економічно доцільної швидкості потоків рідин і газів в трубопроводах	2
8	Побудова графіку температур теплоносія в тепловій мережі	2
9	Вивчення будови та роботи системи погодозалежного регулювання відпуску теплоти ІТП/ЦТП	2
10	Оцінювання впливу пристроїв плавного пуску насосних агрегатів гідропневматичних систем	2

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експрес-аналіз економічного становища підприємства в частині питомого енергоспоживання.	
2	Побудова Діаграми Сенкі	
3	Розрахунок автономної системи ГВП з викистанням ПДЕ.	

5. Засоби діагностики результатів навчання:

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **екзамен;**
- залік;
- **модульні тести;**
- реферати;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- **захист лабораторних та практичних робіт;**
- інші види.

6. Методи навчання:

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);**
- **практичний метод (лабораторні, практичні заняття);**
- **наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);**
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- **самостійна робота (виконання завдань);**
- індивідуальна науково-дослідна робота здобувачів вищої освіти.
- інші види.

7. Методи оцінювання.

(вибрати необхідне чи доповнити)

- **екзамен;**
- залік;
- усне або письмове опитування;
- **модульне тестування;**
- командні проєкти;
- реферати, есе;
- **захист лабораторних та практичних робіт;**
- презентації та виступи на наукових заходах
- інші види.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

Методичне забезпечення

1. Комплекс заходів з енергозбереження в НУБіП України / Каплун В.В., Радько І.П., Наливайко В.А., Міщенко А.В., Окушко О.В., Антипов Є.О. // Метод. вказівки щодо виконання самостійної роботи з дисципліни «Енергоощадність та аудит» / за автор. редагуванням доц. Радька І.П. – К.: «Видавничий центр НУБіП України, 2021. – 104 с.
2. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергозбереження та поновлювані джерела енергії» / С.Є. Тарасенко, Є.О. Антипов, В.І. Мельник. – Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2019. – 49 с.
3. Методичні вказівки до лабораторно-практичних робіт з дисципліни «Енергоощадність та альтернативні джерела енергії» / Є.О. Антипов, О.В. Шеліманова. – Київ: РВВ НУБіП України, 2018. – 84 с.

Рекомендована література

- основна:

1. Закон України «Про діяльність в сфері енергетичного аудиту», 2003.
2. ДСТУ 4065-2001 Енергетичний аудит - К.: ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2002.
3. Державний комітет України з енергозбереження Енергоаудит - <http://www.necin.gov.ua/audit/posobie/vstup.html>, 2004
4. Матеріали проект ТАСІС ЕУК 9701 "Посилення дій з підготовки енергоменеджерів в Україні"
5. Методика обстеження інженерних систем будівлі. Нак. Мінрегіон № 173 від 11.07.2018.
6. Маляренко В.А. Енергоефективність та енергоаудит: навч. посіб. / В.А. Маляренко, І.А. Немировський. – Харків: «Видавництво САГА», 2009. – 324с.
7. Маляренко В.А. Енергетика, довкілля, енергозбереження: монографія /

В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. – Харків: „Рубікон”, 2004. – 368 с.

8. Праховник А.В. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник [Текст] / Праховник А.В., Розен В.П., Разумовський О.Б., та інші. - К.: Нот. ф-ка, 1999 - (Енергозбереження; Кн. 3).

- допоміжна:

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель / Мінрегіон України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.
2. ДСТУ Б EN 15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
4. ДБН В.2.5-67:2014. Опалення, вентиляція та кондиціонування / Мінрегіон України. - К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінрегіон, 2013. - 141 с.
5. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014. Настанова з виконання термомодернізації житлових будинків.
6. ДСТУ EN 15232:2014. Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями.
7. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи.
8. ДСТУ Б EN 15459:2013. Енергоефективність будівель. Процедура економічної оцінки енергетичних систем будівель.
9. ДСТУ ISO 50001:2014. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання.
10. ДСТУ Б EN 15603:2012. Енергоефективність будівель. Загальне енергоспоживання та визначення енергетичних показників (01.01.2014).
11. ДСТУ Б EN 15217:2012. Енергоефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичного сертифікату.
12. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. Посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Vello-print (Болгарія), 2010. – 200 с.

Інформаційні ресурси

<https://elearn.nubip.edu.ua>

<https://saee.gov.ua/uk/content/energy-efficiency>