

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
«27» травня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

“ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма «Теплоенергетика»

ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Розробник: завідувач кафедри інженерії енергосистем, к.т.н., доцент Є.О. Антипов

Опис навчальної дисципліни

Енергетичний менеджмент та аудит (назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	144 «Теплоенергетика»	
Освітня програма	Теплоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	3,0	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Рік підготовки (курс)	3-й	-
Семестр	2-й	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Практичні, семінарські заняття	15 год.	-
Лабораторні заняття	15 год.	-
Самостійна робота	60 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	-

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати 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 організації 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 для освітньо-професійної програми:

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	
Загальні компетентності	ЗК3	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
	ЗК4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	ФК13	Здатність демонструвати розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії

Програмні результати навчання (ПРН):

- ПРН4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- ПРН5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
- ПРН12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- ПРН14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
- ПРН17. Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефаківців.

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.

Самостійна робота №1

Експрес-аналіз економічного становища підприємства в частині питомого енергоспоживання.

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 аудитором

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.

Самостійна робота №2

Побудова Діаграми Сенкі.

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.

Самостійна робота №3

Розрахунок автономної системи ГВП з використанням ПДЕ.

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	Всього	у тому числі					Всього	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	
Модуль 1. Задачі і методологія проведення енергоаудиту та побудови і впровадження системи енергетичного менеджменту														
Тема 1. Законодавство України у сфері енергетичного аудиту та менеджменту		4	2	1	1									
Тема 2. ДСТУ з енергетичного аудиту та ISO з енергетичного менеджменту		26	2	2	2		20							
Тема 3. Методологія енергоаудиту		6	2	2	2									
Тема 4. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об'єкта		6	2	2	2									
Тема 5.		6	4	1	1									

Енергетичне обстеження об'єкту аудитором													
Разом за змістовим модулем 1		48	12	8	8		20						
Модуль 2. Аналіз енерговикористання і рекомендації з енергозбереження													
Тема 6. Поточний стан енерговикористання		6	4	1	1								
Тема 7. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті		26	4	1	1		20						
Тема 8. Рекомендації з ефективного використання енергії		4	2	1	1								
Разом за змістовим модулем 2		36	10	3	3		20						
Модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем													
Тема 9. Аудит теплових мереж, систем опалення та гарячого водопостачання		28	4	2	2		20						
Тема 10. Енергетичне обстеження будівель і споруд		8	4	2	2								
Разом за змістовим модулем 3		36	8	4	4		20						
Усього годин		120	30	15	15		60						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Законодавство України у сфері енергетичного аудиту та менеджменту	2
2	ДСТУ з енергетичного аудиту та ISO з енергетичного менеджменту	2
3	Методологія енергоаудиту	2
4	Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об'єкта	2
5	Енергетичне обстеження об'єкту аудитором	4
6	Поточний стан енерговикористання	4
7	Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті	4
8	Рекомендації з ефективного використання енергії	2
9	Аудит теплових мереж, систем опалення та гарячого водопостачання	4

10	Енергетичне обстеження будівель і споруд	4
	Разом	30

4. Теми лабораторно-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	4
3	Вивчення потоків енергії в паровому котлі, теплообміннику, холодильній установці	4
4	Вивчення структури енергоспоживання та побудова електробалансу підрозділів промислового підприємства	4
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	4
10	Оцінювання впливу пристроїв плавного пуску насосних агрегатів гідропневматичних систем	4
	Разом	30

5. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експрес-аналіз економічного становища підприємства в частині питомого енергоспоживання	20
2	Побудова Діаграми Сенкі	20
3	Розрахунок автономної системи ГВП з використанням ПДЕ	20
	Разом	60

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- іспит (тестування з письмовим опитуванням);
- модульне тестування;
- захист практичних робіт.

7. Методи навчання

І група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

<i>Словесні</i>	<i>Наочні</i>	<i>Практичні</i>
-----------------	---------------	------------------

• лекція • розповідь-пояснення • бесіда	• ілюстрація • демонстрація	• практичні роботи
Індуктивні методи		Дедуктивні методи
узагальнення, пов'язані із проведенням розрахунків на основі розрахункових даних		аналіз навчального матеріалу, результатів практичних робіт з метою виявлення нових даних, висновків
Репродуктивні методи		Творчі, проблемно-пошукові методи
повторення готових розв'язків завдань, або робота за готовими прикладами		самостійна робота студентів, творча пізнавальна діяльність

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

методи стимулювання інтересу до навчання	методи стимулювання обов'язку й відповідальності
• створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу • навчальні дискусії • аналіз практичних ситуацій	• роз'яснення мети навчального предмета • вимоги до вивчення предмета (дисциплінарні, організаційно-педагогічні) • заохочення та покарання в навчанні

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності.

8. Оцінювання результатів навчання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на практичних заняттях та результатами тестового контролю. Змістові модулі 2 і 3 оцінюються за результатами виконання та захисту практичних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Задачі і методологія проведення енергоаудиту та побудови і впровадження системи енергетичного менеджменту		
Лабораторно-практична робота 1		10
Лабораторно-практична робота 2		20
Лабораторно-практична		20

робота 3		
Лабораторно-практична робота 4		20
Лабораторно-практична робота 5		10
Самостійна робота 1		10
Модульне тестування 1		10
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Аналіз енерговикористання і рекомендації з енергозбереження		
Лабораторно-практична робота 6		10
Лабораторно-практична робота 7		10
Лабораторно-практична робота 8		10
Самостійна робота 2		40
Модульне тестування 2		30
Разом за модулем 2		100
Модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем		
Лабораторно-практична робота 9		20
Лабораторно-практична робота 10		20
Самостійна робота 3		30
Модульне тестування 3		30
Разом за модулем 3		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен		30
Разом за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою	
	екзамени	заліки
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	За умов несвоєчасного виконання лабораторного та практичного занять студент зобов'язаний його відпрацювати під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульних тестів відбувається із дозволу викладача за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). Якщо після проходження підсумкової атестації (іспиту), студент не
--	---

	задоволений оцінюванням викладачем за письмове питання - студент має право захистити на співбесіді з викладачем та/або обґрунтувати правильність власної відповіді. При позитивній або негативній відповіді студента при співбесіді, кінцева оцінка за підсумкову атестацію (іспит) може змінитись
Політика щодо академічної доброчесності:	Чесно та сумлінно виконувати індивідуальні завдання, які повинні відповідати особистому коду студента. Порухення цього принципу, карається штрафними балами. Списування під час модульних тестів та підсумкової атестації (іспиту) заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором інституту). При цьому, студент зобов'язується самостійно вивчити матеріал пропущеного заняття, виконати завдання для самостійної роботи. За індивідуальним графіком взяти участь у контрольних заходах (поточний контроль, модульний контроль, контроль самостійної роботи, підсумковий контроль)

9. Навчально-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. редактуванням 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.

10. 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 проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Bello-print (Болгарія), 2010. – 200 с.

11. Інформаційні ресурси

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

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