

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
(Каплун В.В.)

2024 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії енергосистем
протокол № _____ від “___” _____ 2024 р.

завідувач кафедри
(Антипов Є.О.)



“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Теплоенергетика»
(Шеліманова О.В.)



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ»

«галузь знань 14 Електрична інженерія
спеціальність 144 - «Теплоенергетика»
освітня програма - Теплоенергетика
ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»
Розробники: доцент, к.т.н., доцент Антипов Євген Олексійович

Київ – 2024

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	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	3-й	-
Семестр	6-й	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Практичні, семінарські заняття	30 год.	-
Лабораторні заняття	15 год.	-
Самостійна робота	45 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	5 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 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;
- 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;
- 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;

Набуття компетентностей:

<i>Інтегральна компетентність</i>	ІК 1	Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов
<i>Загальні компетентності</i>	ЗК 1	Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні
	ЗК 3	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
	ЗК 4	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
	ЗК 6	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
	ЗК 7	Здатність працювати в команді
	ЗК 8	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
	ЗК 9	Здатність приймати обґрунтовані рішення
<i>Фахові (спеціальні) компетентності</i>	СК 1	Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі
	СК 2	Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем
	СК 4	Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі
	СК 5	Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі
	СК 6	Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі
	СК 7	Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики
	СК 8	Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі
	СК 9	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
	СК 10	Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі

	СК 12	Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі
--	-------	---

Програмні результати навчання (ПРН):

Знання і розуміння

ПРН-1. Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН-2. Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.

ПРН-4. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

Інженерний аналіз

ПРН-5. Здатність розуміти складні інженерні процеси, системи, обладнання і технології, відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати такого аналізу та досліджень.

ПРН-7. Здатність виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

Проектування

ПРН-8. Здатність розробляти і проектувати складні технічні вироби у сфері теплоенергетики, 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 застосування адекватної методології проектування.

ПРН-9. Здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні об'єктів сфери теплоенергетики.

Інженерна практика

ПРН-14. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій у сфері теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН-15. Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження для побудови систем енергозабезпечення об'єктів сфери теплоенергетики та агросектору.

ПРН-16. Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН-17. Практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно.

PH-18. Розуміння застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно спеціальності «Теплоенергетика».

PH-19. Здатність застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціальності «Теплоенергетика».

Комунікація та командна робота

PH-23. Здатність ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

PH-24. Здатність ефективно працювати в національному та міжнародному контексті, як особистість і як член команди, і ефективно співпрацювати з інженерами та не інженерами.

Навчання протягом життя

PH-25. Здатність розпізнавати необхідність і самостійно навчатися протягом життя.

PH-26. Здатність відстежувати сучасні напрямки розвитку науки і техніки.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

Змістовий модуль 1. Задачі і методологія проведення енергоаудиту

Тема 1. Закон України про діяльність в сфері енергетичного аудиту
Призначення енергетичного аудиту. Сертифікація та ліцензування енергоаудиторської діяльності. Палата та спілка енергоаудиторів України. Порядок проведення енергетичного аудиту. Права та обов'язки енергоаудиторів та енергоаудиторських компаній. Контроль за дотриманням і відповідальність за порушення законодавства про енергоаудиторську діяльність. Фінансування та стимулювання енергоаудиторської діяльності.

Тема 2. ДСТУ з енергетичного аудиту

Сфера застосування. Вимоги до складу робіт з енергоаудиту. Вимоги до аналізу економічного становища підприємства та до питомого енергоспоживання. Звіт про енергетичний аудит. Організація робіт з енергоаудиту. Рекомендації щодо вибору підприємств для проведення енергоаудиту.

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. Потоки енергії на об'єкті

Аналіз потоків енергії в паровому котлі, теплообміннику, холодильній установці. Оцінка потоків рідин і газів за економічною швидкістю в трубопроводах.

Тема 8. Співставлення і перехресна перевірка даних про енергоспоживання

Вхідний-вихідний паливно-енергетичний баланс. Баланс маси. Перехресна перевірка за ефективністю використання енергії. Перевірка порівнянням з типовими показниками роботи.

Тема 9. 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 10. 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. Вплив систем енергоспоживання на ефективність енергоощадності. Енергетичний баланс.

Змістовий модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем

Тема 11. 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 12. Енергетичне обстеження систем вентиляції, охолодження та кондиціонування

Системи вентиляції, охолодження та кондиціонування, особливості їх обстеження. Методи підвищення енергетичної ефективності та зменшення витрат коштів на їх експлуатацію. Схеми роботи систем вентиляції з рекуператорами повітря та ПДЕ.

Тема 13. Аудит пневматичних та гідравлічних систем

Особливості обстеження мереж та систем холодного водопостачання, пневмосистем. Системи підготовки та очищення води, повітря. Способи підвищення енергетичної ефективності систем пневмо та гідросистем. Аналіз ефективності роботи насосних агрегатів з пристроями плавного пуску.

Тема 14. Аудит електроенергетичних систем

Особливості електропостачання та електроспоживання об'єкту. Обладнання перетворення енергії. Розподіл енергії. Обладнання споживання енергії. Втрати в системі генерування, перетворення і розподілу.

Типи джерел світла та світлотехнічної арматури. Особливості обстеження. Використання ПДЕ в системах освітлення будівель. Технічні засоби підвищення їх енергетичної ефективності.

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														
Тема 1. Закон України про діяльність в сфері енергетичного аудиту		4	2	2										
Тема 2. ДСТУ з енергетичного аудиту		4	2	2										
Тема 3. Методологія енергоаудиту		9	2	2	5									
Тема 4. Обсяг споживання енергії, її вартість за документацією об'єкта		4	2	2										
Тема 5. Енергетичне обстеження об'єкту аудиторами		19	2	2			15							
Разом за змістовим модулем 1		40	10	10	5		15							
Змістовий модуль 2. Аналіз енерговикористання і рекомендації з енергозбереження														
Тема 6. Поточний стан енерговикористання		4	2	2										
Тема 7. Потоки енергії на об'єкті		4	2	2										
Тема 8. Співставлення і перехресна перевірка даних про енергоспоживання		7	2	2	3									

Тема 9. Аналіз ефективності використання енергії на об'єкті		21	2	2	2		15						
Тема 10. Рекомендації з ефективного використання енергії		4	2	2									
Разом за змістовим модулем 2		40	10	10	5		15						
Змістовий модуль 3. Енергетичний аудит інженерних мереж та систем													
Тема 11. Аудит теплових мереж, систем опалення та гарячого водопостачання		4	2	2									
Тема 12. Енергетичне обстеження систем вентиляції, охолодження та кондиціонування		4	2	2									
Тема 13. Аудит пневматичних та гідравлічних систем		7	2	2		3							
Тема 14. Аудит електроенергетични х систем		6	2	2		2							
Тема 15. Енергетичне обстеження будівель і споруд		19	2	2			15						
Разом за змістовим модулем 3		40	10	10	5		15						
Усього годин		120	30	30	15		45						

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення втрат електроенергії на промислових підприємствах	3
2	Вивчення потоків енергії в паровому котлі, теплообміннику, холодильній установці	3
3	Визначення коефіцієнту теплопровідності попередньо ізольованих трубопроводів теплових мереж	3
4	Визначення коефіцієнта теплопередачі	3
5	Дослідження структури енергоспоживання та електробалансу підрозділів промислового підприємства	4
6	Дослідження центрального якісного регулювання теплового навантаження і побудова графіку температур теплоносія в тепловій мережі	4
7	Визначення впливу пристроїв плавного пуску насосних агрегатів гідравлічних систем	3
8	Дослідження густини теплового потоку через огорожувальні конструкції	3
9	Дослідження ефективності роботи системи погодозалежного регулювання відпуску теплоти ІТП/ЦТП	4

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження витрат тепла для різних температур зовнішнього повітря і вибір джерела теплоти	3
2	Дослідження та вибір економічного режиму роботи трансформатора	3
3	Дослідження роботи та оцінка ефективності компенсаторів реактивної потужності	3
4	Дослідження ефективності роботи рекуператора повітря в системах вентиляції з природнім спонуканням	3
5	Дослідження потоків рідин і газів за економічно доцільною швидкістю в трубопроводах	3

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Експрес-аналіз економічного становища підприємства в частині питомого енергоспоживання.	15
2	Побудова Діаграми Сенкі.	15
3	Розрахунок системи компенсації реактивної потужності.	15

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- іспит;
- модульні тести;
- реферати;
- розрахункові роботи;
- захист лабораторних робіт;

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні);
- самостійна робота (виконання завдань);

7. Методи оцінювання.

- іспит;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- реферати,
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах

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

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни на навчальному порталі НУБіП України eLearn
<https://elearn.nubip.edu.ua/enrol/index.php?id=4089>
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
-
- 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 проекту 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).
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;
- 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.

9 .Рекомендовані джерела інформації

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

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