

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЕНЕРГОАУДИТ ПРОЦЕСІВ»



Ступінь освіти	бакалавр
Спеціальність	144 Теплоенергетика
Освітня програма	Інжиніринг теплових процесів і систем
Тривалість викладання	осінній семестр (9, 10 чверті)
Кількість кредитів	4 кредити ЄКТС (120 годин)
Заняття:	
лекції:	1 година (9 ч), 2 години (10 ч)
практичні:	2 години
Мова викладання	українська

Кафедра, що викладає теплого інжинірингу та енергетичних технологій



Викладач:

Шишко Юлія Вікторівна

Доцент, канд. техн. наук, доцент кафедри ТІЕТ

Персональна сторінка

<https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/shishko.php>

E-mail:

Shyshko.Yu.V@nmu.one

1. Анотація до курсу

Дисципліна «Енергоаудит процесів» спрямована на формування теоретичних знань і практичних навичок з оцінювання ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів у теплотехнічних і енергетичних процесах та установках. У межах курсу розглядаються принципи, методи та етапи проведення енергоаудиту, нормативно-правова база у сфері енергозбереження, способи збору й аналізу енергетичних даних, а також методики виявлення втрат енергії та резервів підвищення енергоефективності. Вивчаються методи інструментальних вимірювань, обробки результатів, складання енергетичного балансу та підготовки енергоаудиторського звіту з обґрунтуванням техніко-економічних заходів з енергозбереження.

У результаті вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають компетентностей, необхідних для участі у проведенні енергоаудитів, оцінювання енергоефективності теплотехнічних процесів і розроблення практичних

рекомендацій щодо зниження енергоспоживання та підвищення ефективності роботи енергетичних систем.

2. Мета та завдання курсу

Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, спрямованих на організацію, проведення та аналіз результатів енергетичного аудиту енерготехнологічних процесів і теплотехнічних систем для раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів.

Вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності оцінювати рівень енергоефективності виробничих процесів, здійснювати збір і аналіз енергетичних даних, визначати базовий рівень енергоспоживання, виявляти втрати та резерви енергозбереження, а також обґрунтовувати й розробляти енергоефективні заходи з урахуванням технічних та економічних показників у сфері теплоенергетики.

Завдання курсу:

Навчити здобувачів вищої освіти:

- застосовувати основні принципи, методи та етапи енергоаудиту для оцінювання ефективності теплотехнічних процесів, установок і систем теплопостачання;
- здійснювати збір, обробку та аналіз енергетичних даних, складати енергетичні баланси теплотехнічних об'єктів;
- розробляти та обґрунтовувати технічні й організаційні заходи з підвищення енергоефективності з урахуванням техніко-економічних показників;
- оформлювати результати енергоаудиту та готувати енергоаудиторські звіти відповідно до чинних нормативних і методичних вимог.

3. Результати навчання

Дисциплінарні результати навчання:

- пояснювати теоретичні та нормативно-методичні засади енергетичного аудиту, розуміти мету, завдання, межі та етапи проведення енергоаудиту промислових підприємств і теплотехнологічних процесів, а також роль енергоаудиту в підвищенні енергоефективності та енергозбереженні;
- здійснювати збір, оброблення та аналіз енергетичної інформації, планувати вимірювання, оцінювати показники енергоспоживання, складати паливно-енергетичні баланси та визначати базовий рівень енергоспоживання підприємства;
- оцінювати енергоефективність теплотехнологічних процесів і обладнання, виконувати розрахунки теплових та енергетичних втрат, аналізувати режими роботи систем теплопостачання, теплообмінного обладнання та допоміжних енергетичних установок;
- виявляти та техніко-економічно обґрунтовувати заходи з підвищення енергоефективності, оцінювати потенціал енергозбереження, розраховувати очікувані енергетичні та економічні ефекти, а також формувати висновки та рекомендації і готувати звіт за результатами енергетичного аудиту.

4. Структура курсу

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
ЛЕКЦІЇ	40
1. Загальні положення. Підготовка до проведення енергетичного аудиту промислового підприємства. Промислове підприємство як об'єкт енергоаудиту. Мета проведення енергоаудиту. Визначення меж, характеру та обсягу робіт з енергетичного аудиту. Підготовка технічного завдання на виконання робіт з енергетичного аудиту.	5
2. Планування енергетичного аудиту. Збирання та оброблення основних даних. Розроблення графіка проведення енергоаудиту. Збирання та узагальнення основних даних про об'єкт енергетичного аудиту. Оброблення та попередній аналіз основних даних.	5
3. Планування та проведення вимірювань. Планування вимірювань. Методи та методики вимірювань. Оцінка енергоефективності суттєвих споживачів енергії шляхом проведення вимірювань. Програмне забезпечення для енергоаудиторів.	8
4. Проведення огляду об'єкта енергоаудиту.	5
5. Оброблення та аналіз енергетичних даних. Складання та аналіз паливно-енергетичних балансів. Визначення суттєвих споживачів ПЕР. Визначення основних чинників, що впливають на енергоспоживання. Базовий рівень енергоспоживання, показники енергоефективності. Оцінка ефективності використання енергії різними споживачами на підприємстві. Оцінка потенціалу енергозбереження.	10
6. Оцінка ефективності інвестицій в заходи та проєкти з енергоефективності. Підготовка та представлення звіту про енергетичний аудит. Методи фінансової оцінки проєкту. Підготовка та представлення звіту про енергетичний аудит.	7
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	60
1. Визначення меж енергоаудиту та складання схеми енергетичних потоків. Складання схеми енергопотоків для підприємства. Розрахунок річного споживання окремих ПЕР, оцінка частки кожного споживача в загальному балансі.	10
2. Розрахунок питомих показників енергоспоживання. Визначення питомого споживання теплової та електричної енергії, виявлення неефективних процесів.	10
3. Визначення базового рівня енергоспоживання. Статистична обробка даних споживання енергії. Побудова залежності енергоспоживання від виробничого навантаження, визначення базового рівня.	10

Види та тематика навчальних занять	Внесок в загальну оцінку, %
4. Розрахунок втрат енергії в теплотехнологічних процесах. Оцінка втрат теплоти з відхідними газами або теплоносіями, розрахунок теплових втрат через ізоляцію. Оцінка втрат електроенергії. Аналіз впливу режимів роботи на енергоефективність.	10
5. Оцінка ефективності основних енергоспоживачів. Аналіз відхилень ККД котлів, теплообмінників, насосів або компресорів від проєктних показників. Визначення суттєвих споживачів енергії.	10
6. Складання паливно-енергетичного балансу підприємства. Складання повного паливно-енергетичного балансу підприємства. Визначення корисного використання енергії і втрат. Графічне представлення балансу.	5
7. Розрахунок потенціалу енергозбереження та ефекту від заходів. Визначення можливого скорочення споживання ПЕР, розрахунок очікуваних енергетичних заощаджень, порівняння альтернативних технічних рішень.	5
РАЗОМ	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення*

Використовуються мультимедійні матеріали, дистанційна платформа Moodle, платформа MS Teams, активований акаунт університетської пошти (student.i.p.@nmu.one) на Офіс 365.

6. Система оцінювання та вимоги

6.1 Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2 Критерії оцінювання поточної контрольної роботи

В курсі навчальної дисципліни передбачено дві поточних контрольних роботи, кожна з яких містить теоретичну та практичну частину.

Теоретична частина кожної з поточних контрольних робіт містить **20 тестових запитань**, кожне з яких оцінюється у 3 бали. Загалом за теоретичну частину контрольної роботи отримується максимум 60 балів.

Практична частина кожної з поточних контрольних робіт містить 4 завдання, з них: **2 тестових практичних завдання** (задачі), кожне з яких оцінюється у 8 балів (максимум 16 балів) та **2 практичних завдання** (задачі) **відкритого типу**, кожне з яких оцінюється у 12 балів (максимум 24 бали).

Практичне завдання (задача) **відкритого типу** при правильному вирішенні оцінюються в 12 балів, причому:

- 12 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 9 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або з помилками в розрахунках;
- 6 балів – незначні помилки у формулах чи графіках, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 0 балів – рішення не наведене.

Загалом за кожну поточну контрольну роботу отримується максимум **100 балів**.

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів при виконанні кожної з поточних контрольних робіт складатиме **не менше 60 балів**. Підсумкова оцінка за вивчення навчальної дисципліни утворюється як середнє значення з оцінювання двох поточних контрольних робіт:

$$\bar{X} = 0,5 \cdot X_1 + 0,5 \cdot X_2,$$

де X_1 – оцінка за першу поточну контрольну роботу;

X_2 – оцінка за другу поточну контрольну роботу.

6.3 Критерії оцінювання підсумкової роботи

У випадку, якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (диференційований залік)** під час тижня контрольних заходів.

Диференційований залік проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи. Білет включає запитання з усієї теоретичної та практичної частини курсу:

25 тестових завдань з чотирма варіантами відповідей, 1 правильна відповідь оцінюється у 2 бали (разом 50 балів).

2 відкритих питання, які оцінюються в 5 балів кожне (разом 10 балів),

4 практичних завдання (задачі) **відкритого типу**, які при правильному вирішенню оцінюється в 10 балів кожна (разом 40 балів), причому:

- 10 балів – відповідність еталону, з одиницями виміру;
- 8 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або помилками в розрахунках;
- 5 балів – незначні помилки у формулах, без одиниць виміру;
- 3 бали – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 1 бал – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- 0 балів – рішення не наведене.

Отримані бали за відкриті та закриті відповіді та задачі додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати **100 балів**.

7. Політика курсу

7.1 Політика щодо академічної доброчесності. Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" https://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2 Комунікаційна політика. Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3 Політика щодо перескладання. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання. Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5 Відвідування занять. Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6 Бонуси. Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За участь в анкетуванні та/або в науковій роботі, конференціях здобувач вищої освіти отримує **5 балів**.

8 Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Посібник із енергоаудиту / П. Шубак, Д. Борст, А. Саф'янц, А. Чернявський – К.: Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності», 2020. – 148 с.
2. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / А. Чернявський, А. Саф'янц, Н. Усенко, О. Соловей., О. Бориченко, П. Пертко, Ю. Шишко, А. Гоєнко – К.: Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності», 2020. – 280 с.
3. Енергозбереження в АПК: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад.: В.А. Мардзявко, А.Ю. Руденко; М-во освіти і науки України, Миколаївський нац. аграрний ун-т. – Миколаїв, Миколаївський нац. ун-т, 2025. – 206 с.
4. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням [електронне видання] / О. В. Коцар // Навч. посібн. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, — Дніпро: Середняк Т. К., 2017, — 44 с.
5. Інструментальний енергоаудит : навч.-практ. посіб. / Юрченко Є.Л., Коваль О.О., Ляховецька-Токарева М.М., Нікіфорова Т.Д., Косенко Л.В., Бондаренко А.В., Демідов О.Л., Соколова К.В. – Електрон. вид. – Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025. – 277с.

Додаткові

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: <http://saee.gov.ua/>.
2. ДСТУ 4714:2007. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу. - Київ : Держспоживстандарт України, 2007. - 16 с.
3. ДСТУ 4715:2007. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад і зміст робіт на стадіях розроблення та запровадження. - Київ : Держспоживстандарт України, 2007. - 28 с.
4. Лендбел М.О., Іваницький В.П., Гичка А.Ю. Енергозбереження та Енергоаудит: методичний інформаційний посібник. – Ужгород: В-во УжНУ, 2021. – 35 с.