

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«РЕЦИКЛІНГ ВІДХОДІВ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ»**



Рівень вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>G4 Енерговиробництво</u>
Спеціалізація	<u>G4.02 Теплоенергетика</u>
Освітньо-професійна програма	<u>Інжиніринг теплових процесів і систем</u>
Тривалість викладання	<u>осінній семестр (1,2 чверть)</u>
Кількість кредитів	<u>4 кредити ЄКТС (120 годин)</u>
Заняття:	
лекції:	<u>2 години</u>
практичні:	<u>1 година</u>
Мова викладання	<u>українська</u>

Кафедра, що викладає теплового інжинірингу та енергетичних технологій



Викладач:

Пінчук Валерія Олександрівна

Професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри TIET

Персональна сторінка

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

E-mail:

Pinchuk.V.O@nmu.one

1. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна «**Рециклінг відходів та використання вторинних енергетичних ресурсів**» спрямована на формування у здобувачів знань і навичок, необхідних для впровадження енергоощадних та екологічно безпечних технологій використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), що виникають у технологічних процесах промисловості. Курс охоплює фізико-технічні основи утворення ВЕР у різних галузях промисловості та енергетики, принципи їх ефективного використання, а також питання поводження з промисловими відходами як складової системи ресурсозбереження. Особлива увага приділяється техніко-економічному обґрунтуванню використання вторинних енергоресурсів, розрахунку енергетичних параметрів котлів-утилізаторів, класифікації та поводженню з відходами.

Практична частина курсу включає інженерні розрахунки та розробку прикладних рішень щодо підвищення енергоефективності промислових підприємств шляхом залучення вторинної енергії.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – засвоєння студентам теоретичних знань та практичних навичок щодо джерел, характеристик, класифікації, способів утилізації та ефективного використання вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), а також промислових відходів різних галузей промисловості. Сформувані розуміння сучасних технологій енергозбереження та екологічно безпечного поводження з відходами.

Завдання курсу:

Навчити здобувачів вищої освіти:

- ідентифікувати джерела утворення вторинних енергоресурсів у промислових процесах та визначати їх енергетичний потенціал;
- розглянути основні напрями та особливості використання: паливних ВЕР, теплових ВЕР, ВЕР надлишкового тиску та низькопотенційних ВЕР;
- виконувати теплові розрахунки котлів-утилізаторів та енергетичних установок на основі вторинних ресурсів;
- вивчити сучасні методи утилізації та переробки відходів вугледобувної, вуглепереробної, енергетичної та металургійної галузей.
- класифікувати промислові відходи за класами небезпеки та приймати рішення щодо безпечного поводження з ними;
- застосовувати системний підхід до оцінки ефективності технологій рециклінгу в контексті сталого розвитку, ресурсозбереження та охорони довкілля.

3. Результати навчання

Результати навчання:

- Уміти формувати техніко-економічні обґрунтування проєктів із використання вторинних енергетичних ресурсів з урахуванням галузевих та екологічних обмежень;
- Оцінювати ризики та бар'єри реалізації проєктів утилізації промислових відходів у теплоенергетиці;
- Уміти формувати рішення щодо залучення вторинних енергетичних ресурсів у рамках життєвого циклу технологічних процесів з урахуванням принципів циркулярної енергетики, замкнених матеріально-енергетичних потоків та мінімізації відходів у енергетичних системах;
- Розуміти класифікацію, властивості та напрями використання різних груп вторинних енергетичних ресурсів;
- Знати сучасні методи утилізації та переробки промислових відходів різних галузей;
- Засвоїти практики екологічно безпечного поводження з промисловими відходами та управління місцями їх видалення;
- Уміти підбирати обладнання для утилізації теплоти відхідних газів з урахуванням їх конструктивних та експлуатаційних характеристик;

- Аргументувати вибір технологій і процесів для утилізації відходів вугледобувної, енергетичної та металургійної галузей, беручи до уваги властивості відходів та вимоги до продуктів утилізації;
- Оцінювати ефективність інженерних рішень з використання всіх видів вторинних енергетичних ресурсів з позицій економії паливно-енергетичних ресурсів.
-

4. Структура курсу

Вид заняття	Внесок в загальну оцінку
ЛЕКЦІЇ	
1. Загальні відомості про вторинні енергетичні ресурси, джерела походження, характеристика, класифікація	5
2. Паливні вторинні енергетичні ресурси, джерела походження, властивості, характеристика, основні напрямки та особливості їх використання	5
3. Теплові вторинні енергетичні ресурси, джерела походження, властивості, характеристика, основні напрямки та особливості їх використання	5
4. Технологічні схеми використання теплоти відхідних газів. Котли утилізатори, рекуператори	5
5. Вторинні енергетичні ресурси надлишкового тиску, джерела походження, властивості, характеристика, основні напрямки та особливості їх використання	5
6. Використання низькопотенційних вторинних енергетичних ресурсів.	5
7. Джерела утворення відходів та їх класифікація та характеристика. Промислові відходи, класифікація та основні напрями їх утилізації	5
8. Основні напрями утилізації та переробки відходів вугледобувної та вуглепереробної галузі	5
9. Основні напрями утилізації та переробки відходів енергетичної галузі	5
10 Основні напрями утилізації та переробки металургійної галузі	5
11. Місця видалення відходів. Утилізація кошовних компонентів із промислових відходів для забезпечення критичної інфраструктури	5
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	
1. Визначення втрат теплоти з відхідними газами. Розрахунок економії палива при використанні теплоти відхідних газів в різних технологічних схемах.	10

Вид заняття	Внесок в загальну оцінку
2. Тепловий розрахунок котла-утилізатора	15
3. Визначення класу небезпеки промислових відходів	10
4. Проектування основних елементів полігону для складування твердих відходів (побутових, а також промислових III та IV класів небезпеки)	10
РАЗОМ	100

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення*

Використовуються мультимедійні матеріали, аналітичне та вимірювальне обладнання кафедри теплового інжинірингу та енергетичних технологій й ЦККНО «Інноваційна геоенергетика», 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 8-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 **15 тестових запитань**, кожне з яких оцінюється у 4 бали. Загалом за теоретичну частину контрольної роботи отримується максимум 60 балів.

Практична частина кожної з поточних контрольних робіт містить **2 практичних завдання відкритого типу**, кожне з яких оцінюється у 20 балів, причому:

- 20 балів – відповідність еталону;
- 15 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або з помилками в розрахунках;
- 10 балів – незначні помилки у формулах чи графіках, без одиниць виміру;
- 5 балів – присутні суттєві помилки у рішеннях;
- 0 балів – завдання не виконано.

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 (іспит)** під час сесії.

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

20 тестових завдань з чотирма варіантами відповідей, 1 правильна відповідь оцінюється у 3 бали (разом 60 балів);

2 практичні завдання відкритого типу, які при правильному виконанні оцінюються в 20 балів кожне (разом 40 балів), причому:

- 20 балів – відповідність еталону;
- 15 балів – відповідність еталону, без одиниць виміру або з помилками в розрахунках;
- 10 балів – незначні помилки у формулах чи графіках, без одиниць виміру;
- 5 балів – присутні суттєві помилки у рішенні;
- 0 балів – завдання не виконано.

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"

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

1. Енергетика: розділ «Котли-утилізатори й енерготехнологічні котли» [Електронний ресурс] // Енергетика в Україні. – 2020. – Режим доступу: <http://www.energetika.in.ua/>
2. Енергозберігаючі технології в теплоенергетиці: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / О. В. Кошельнік, Т. М. Пугачова, О. В. Круглякова, В. Г. Павлова. – Харків: НТУ «ХП», 2023. – 166 с.
3. Технології використання енергії утилізації: методичні рекомендації. – Одеса: Одеська державна академія технічного регулювання та якості, 2024. – 74 с.
4. Абашина К.О. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Утилізація промислових відходів» (для студентів денної форми навчання спеціальності Охорона праці (за галузями)) / К. О. Абашина, О. В. Хандогіна ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 58 с.
5. Низькопотенційна енергетика: навч. посіб. / А. О. Редько, М. К. Безродний, М. В. Загорученко та ін. ; Нац. техн. ун-т України "Київський політехнічний університет", Одес. нац. акад. харч. технологій, Харків. нац. ун-т

- будівництва та архітектури, Вінниц. нац. техн. ун-т. -Харків : Друк. Мадрид, 2016. - 412 с.
6. Jouhara H. Waste Heat Recovery in Process Industries. – Weinheim: Wiley-VCH, 2022. – 288 p.
 7. Jouhara H., Ahmad D., Ezzuddin H. Heat Energy Recovery for Industrial Processes and Wastes. – Cham: Springer, 2023. – 250 p.
 8. Dasgupta A. (ed.) Industrial and Hazardous Waste Treatment. – Cham: Springer, 2023. – 400 p.
 9. Peng X., Jiang Y., Chen Z., Osman A. I., Farghali M., Rooney D. W., Yap P.-S. Recycling municipal, agricultural and industrial waste into energy, fertilizers, food and construction materials, and economic feasibility: a review // *Environmental Chemistry Letters*. – 2023. – Vol. 21. – P. 765–801.
 10. International Solid Waste Association (ISWA). White Book on Energy-from-Waste (EfW) Technologies. – Vienna: ISWA, 2023. – 200 p.