СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «УПРАВЛІННЯ ВУГЛЕЦЕВИМИ РЕСУРСАМИ В ЄС: ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА, ПОЛІТИКА ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЕРЕХІД»

Національний технічний університет ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА 1899

Co-funded by the European Union

Ступінь освіти	магістр
Спеціальності	E2 Екологія; E4 Науки про землю; G2 Технології захисту навколишнього середовища; G3 Електрична інженерія; G4 Енерговиробництво; G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка; G16 Гірництво та нафтогазові технології.
Тривалість викладання	3 та 4 чверті
Заняття	Весняний семестр
Лекції	3 години (3 чверть) / 2 години (4 чверть)
Практичні	1,5 години (3 чверть) / 2 години (4 чверть)
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=8045

Кафедри, що викладають: кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища; кафедра теплового інжинірингу та енергетичних технологій.

Інформація про викладачів

Павличенко Артем Володимирович
професор, доктор технічних наук, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

Персональна сторінка:
https://ecology.nmu.org.ua/ua/Personal/Pavlichenko.php

E-mail: pavlichenko.a.v@nmu.one

Пінчук Валерія Олександрівна
професор, доктор технічних наук, завідувачка кафедри теплового інжинірингу та енергетичних технологій

Персональна сторінка:
https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/pinchuk.php

E-mail: Pinchuk.V.O@nmu.one

Чемеринський Михайло Сергійович
доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплового інжинірингу та енергетичних технологій

Персональна сторінка:
https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/chemerynskyi.php

E-mail: Chemerynskyi.M.S@nmu.one

Пінчук Софія Андріївна
асистент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

Персональна сторінка:
https://teet.nmu.org.ua/ua/aboutkaf/pinchuks.php

E-mail: Pinchuk.S.A@nmu.one

Ломазов Павло Костянтинович
доктор філософії, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища

Персональна сторінка:
https://ecology.nmu.org.ua/ua/Personal/Lomazov.php

E-mail: lomazov.pa.k@nmu.one

1. Анотація до курсу

Дисципліна присвячена підходам Європейського Союзу до управління вуглецевими ресурсами протягом їх життєвого циклу. У курсі поєднано екологічну й енергетичну політику, принципи циркулярної економіки, регуляторні інструменти, технології ресурсного відновлення, екологічний моніторинг і вимоги справедливого енергетичного переходу.

Зміст охоплює Європейський зелений курс, кліматичну політику та систему торгівлі викидами, потоки відходів енергетики, повторне використання вуглецевмісних матеріалів, вилучення цінних компонентів, скорочення викидів, моніторинг якості атмосферного повітря та підготовку рішень для України як держави-кандидата на вступ до ЄС.

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни - сформувати у здобувачів магістерського рівня здатність тлумачити та застосовувати підходи Європейського Союзу до управління вуглецевими ресурсами протягом їх життєвого циклу, поєднуючи екологічну й енергетичну політику, принципи циркулярної економіки, регуляторні інструменти, технології ресурсного відновлення, екологічний моніторинг і вимоги справедливого енергетичного переходу. Реалізація мети передбачає аналіз Європейського зеленого курсу, законодавства ЄС та практик держав-членів, розгляд виробничих кейсів і підготовку обґрунтованих рішень для України як держави-кандидата на вступ до ЄС.

Завдання курсу:

- сформувати у здобувачів системне розуміння цілей, принципів та інструментів екологічної, кліматичної й енергетичної політики ЄС, зокрема Європейського зеленого курсу, системи торгівлі викидами, політики циркулярної економіки та механізмів справедливого переходу;
- навчити здобувачів аналізувати життєвий цикл вуглецевих ресурсів і потоки відходів енергетики, визначати їх екологічні, кліматичні, медико-соціальні та ресурсні наслідки;
- сформувати у здобувачів здатність обґрунтовувати технологічні та регуляторні рішення щодо запобігання утворенню відходів, повторного використання і перероблення вуглецевмісних матеріалів, вилучення цінних компонентів та скорочення викидів;

- навчити здобувачів оцінювати відповідність промислової діяльності вимогам законодавства ЄС, опрацьовувати дані моніторингу викидів і якості атмосферного повітря та інтерпретувати їх для прийняття управлінських рішень;
- сформувати практичні навички розроблення політико-орієнтованих рекомендацій і проєктних рішень щодо впровадження практик ЄС в Україні з урахуванням екологічних цілей, технологічних можливостей, конкурентоспроможності та соціальної стабільності.

3. Результати навчання

- Тлумачити цілі, принципи та інструменти екологічної, кліматичної й енергетичної політики ЄС, включно з Європейським зеленим курсом, системою торгівлі викидами, політикою циркулярної економіки та механізмами справедливого переходу;
- Аналізувати життєвий цикл вуглецевих ресурсів і потоки відходів енергетики, оцінювати їх екологічні, кліматичні, медико-соціальні та ресурсні наслідки;
- Обґрунтовувати технологічні та регуляторні рішення щодо запобігання утворенню відходів, повторного використання і перероблення вуглецевмісних матеріалів, вилучення цінних компонентів та скорочення викидів;
- Оцінювати відповідність промислової діяльності вимогам законодавства ЄС, опрацьовувати дані моніторингу викидів і якості атмосферного повітря та інтерпретувати їх для прийняття управлінських рішень;
- Розробляти політико-орієнтовані рекомендації та проєктні рішення для впровадження практик ЄС в Україні, узгоджуючи екологічні цілі, технологічні можливості, конкурентоспроможність і соціальну стабільність.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ	**Внесок в загальну оцінку**
1. Вступна лекція Jean Monnet: діяльність Jean Monnet, цілі й структура курсу, значення екологічної та енергетичної політики ЄС для держав-кандидатів; взаємозв'язок політики, технологій і врядування.	**4**
2. Європейський зелений курс і кліматична політика: стратегічний фреймфорк, кліматична нейтральність, політичні інструменти, інтеграція кліматичної та енергетичної політики, регуляторні наслідки.	**5**
3. Екологічні та медико-соціальні наслідки видобування і спалювання вугілля: деградація довкілля, ризики для здоров'я, кліматичні впливи, згортання вугільної генерації та управління спадщиною в ЄС.	**4**
4. Циркулярна економіка в ЄС: принципи, політичні інструменти, ієрархія поводження з відходами, ресурсоефективність і внесок у досягнення цілей сталого розвитку.	**5**
5. Генерація енергії та потоки відходів у ЄС: структура енергетики, потоки відходів традиційних і низьковуглецевих технологій, виклики сталості.	**4**
6. Баланс екологічних цілей і промислових реалій: компроміси між кліматичними амбіціями, конкурентоспроможністю та соціальною стабільністю; механізми справедливого переходу.	**3**
7. Досвід ЄС у зеленому будівництві з використанням вуглецевмісної сировини: регуляторні рамки, критерії сталості та внесок у циркулярну економіку.	**4**

8. Від відходів до цінності: вилучення мікроелементів із вуглецевмісної сировини в рамках циркулярної економіки ЄС та механізми створення вартості.	**2**
9. Вилучення сірки з димових газів, зумовлене політикою ЄС: регулювання викидів, вимоги до десульфуризації та політико-орієнтоване ресурсне відновлення.	**5**
10. Політичні підходи до вуглецевмісних золошлакових матеріалів: екологічні ризики, правова класифікація та інтеграція в циркулярну економіку ЄС.	**4**
11. Графіт у циркулярній економіці ЄС: стратегічна роль, інструменти політики вторинного використання і вилучення, індикатори ресурсного переходу.	**4**
12. Передові технології скорочення викидів і використання CO_2: технології уловлювання, використання та зберігання вуглецю, інструменти скорочення викидів і механізми відповідності вимогам ЄС.	**4**
13. Екологічний моніторинг для забезпечення відповідності законодавству ЄС: обов'язки з моніторингу, механізми контролю, звітність і публічна підзвітність.	**4**
14. Інтегровані та інноваційні підходи до екологічного моніторингу: стаціонарні, мобільні й БПЛА-орієнтовані спостереження, сенсори та інтеграція даних.	**4**
15. Підсумкова лекція Jean Monnet: узагальнення концепцій курсу, зв'язок політики і технологій, значення для держав-кандидатів та підсумковий зворотний зв'язок.	**4**
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	
1. Порівняльний аналіз інструментів екологічної та енергетичної політики ЄС, перспектив держав-кандидатів і викликів врядування.	**6**
2. Аналіз упровадження екологічної та енергетичної політики на енергетичному об'єкті: застосування стандартів ЄС, управління відходами, контроль викидів і проблеми дотримання вимог.	**7**
3. Роль держав-кандидатів у зеленому переході ЄС: Україна як кейс упровадження політики та подолання викликів переходу.	**7**
4. Практики ЄС в управлінні промисловими відходами: порівняння національних підходів, інституційних моделей і можливостей перенесення досвіду.	**6**
5. SWOT-аналіз систем екологічного моніторингу: порівняння ЄС та держав-кандидатів, визначення прогалин упровадження.	**7**
6. Оцінювання даних моніторингу якості атмосферного повітря: аналіз даних, порівняння з нормативами ЄС і визначення регуляторних наслідків.	**7**
РАЗОМ	**100**

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

Використовуються мультимедійні матеріали, аналітичне та лабораторне обладнання кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища та кафедри теплового

інжинірингу та енергетичних технологій, 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 / Excellent
74-89	добре / Good
60-73	задовільно / Satisfactory
0-59	незадовільно / Fail

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 7-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни **на підставі результатів поточного контролю** за умови, що результати поточного контролю з лекційних і практичних занять становлять не менше 60 балів.

У курсі навчальної дисципліни передбачено **два модульні тести** для оцінювання опанування лекційного матеріалу та **шість індивідуальних завдань** за темами практичних занять.

Теоретична частина поточного контролю складається з двох модульних тестів. Кожний тест містить **25 тестових запитань**, кожна правильна відповідь оцінюється у 4 бали. Максимальна оцінка за кожний модульний тест становить **100 балів**. Результат поточного контролю лекційних занять визначається як середнє значення оцінок за два модульні тести:

$$X_л = 0,5 \cdot M_1 + 0,5 \cdot M_2,$$

де M_1 - оцінка за перший модульний тест;

M_2 - оцінка за другий модульний тест.

Практична частина поточного контролю передбачає виконання шести індивідуальних завдань. Кожне завдання оцінюється за 100-бальною шкалою відповідно до повноти виконання, правильності рішення, обґрунтованості висновків та здатності застосовувати знання у практичній діяльності. Результат поточного контролю практичних занять визначається з урахуванням внеску кожної роботи до загальної оцінки:

$$X_п = 0,14 \cdot P_1 + 0,26 \cdot P_2 + 0,26 \cdot P_3 + 0,06 \cdot P_4 + 0,14 \cdot P_5 + 0,14 \cdot P_6,$$

де P_1-P_6 - оцінки за індивідуальні завдання практичних занять 1-6.

За умови, що результати поточного контролю лекційних і практичних занять становлять не менше 60 балів, підсумкова оцінка визначається без участі здобувача як середньозважене значення:

$$X_{підс} = 0,5 \cdot X_л + 0,5 \cdot X_р,$$

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше **60 балів**. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

Незалежно від результатів поточного контролю здобувач під час заліку має право виконувати **комплексну контрольну роботу (ККР)**, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання. Якщо здобувач виконує ККР, значення оцінки за неї є остаточним.

Комплексна контрольна робота включає запитання з теоретичної та практичної частин курсу:

25 тестових завдань з чотирма варіантами відповіді; кожна правильна відповідь оцінюється у 2 бали (разом 50 балів);

2 відкриті питання, кожне з яких оцінюється у 5 балів (разом 10 балів);

4 практичні завдання відкритого типу, кожне з яких оцінюється максимально у 10 балів (разом 40 балів), причому:

- 10 балів - рішення повне, правильне й обґрунтоване, відповідає умовам завдання та містить коректні висновки;
- 8 балів - рішення загалом правильне, але містить окремі неточності, що не впливають на основний висновок;
- 5 балів - обрано правильний підхід, однак рішення неповне або містить помилки в розрахунках чи обґрунтуванні;
- 3 бали - завдання виконано частково, у рішенні наявні суттєві помилки;
- 1 бал - наведено лише окремі положення, формули або фрагменти рішення, що не забезпечують виконання завдання;
- 0 балів - відповідь або рішення не наведено.

Кількість конкретизованих завдань ККР має відповідати відведеному часу на виконання, а кількість варіантів - забезпечувати індивідуалізацію завдання.

Отримані бали за тестові завдання, відкриті питання та практичні завдання додаються і становлять підсумкову оцінку за навчальну дисципліну. Максимально за результатами ККР здобувач вищої освіти може набрати **100 балів**.

За участь у науковій конференції за тематикою навчальної дисципліни здобувач вищої освіти отримує 5 бонусних балів. Бонусні бали додаються до підсумкової оцінки, при цьому загальний результат не може перевищувати 100 балів.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності. Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою досягнення результатів навчання за дисципліною та отримання задовільної оцінки з поточного і підсумкового контролю. Академічна доброчесність передбачає недопущення 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 або фактів, що використовуються в освітньому процесі) та фальсифікації результатів навчальної діяльності.

Політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положенням про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті “Дніпровська політехніка”»:
https://old.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B7%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B3_%D0%B2%D0%B8%D1%8F%D0%B2%D0%BB_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B3%D1%96%D0%B0%D1%82-2025.pdf

У разі порушення здобувачем вищої освіти принципів академічної доброчесності робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему або зміст завдання.

7.2. Комунікаційна політика. Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську електронну пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно організації навчання, змісту курсу, виконання та оцінювання завдань мають надсилатися з університетської електронної пошти. Навчальні матеріали, завдання та оголошення розміщуються в системі дистанційної освіти Moodle. Оперативна комунікація може здійснюватися за допомогою платформи MS Teams.

7.3. Політика щодо перескладання та дотримання строків. Навчальні завдання мають виконуватися у строки, визначені викладачем. Можливість подання робіт після встановленого строку погоджується з викладачем за наявності об’єктивних причин.

Перескладання підсумкового оцінювання відбувається з дозволу деканату за наявності поважних причин, підтверджених відповідними документами.

7.4. Політика щодо оскарження оцінювання. Якщо здобувач вищої освіти не погоджується з оцінюванням результатів його навчання, він має право отримати від викладача пояснення щодо виставленої оцінки та оскаржити її у встановленому університетом порядку.

7.5. Відвідування занять. Для здобувачів вищої освіти денної форми навчання відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами відсутності на заняттях є хвороба, участь в університетських заходах, академічна або міжнародна мобільність та інші документально підтверджені обставини.

Про відсутність на занятті та її причини здобувач вищої освіти має завчасно повідомити викладача особисто або через старосту групи. За наявності об'єктивних причин навчання або відпрацювання пропущених занять може здійснюватися в онлайн-формі за погодженням із викладачем.

7.6. Зворотний зв'язок. Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувачам вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронну анкету за допомогою Microsoft Forms Office 365. Анкета надсилатиметься на університетські електронні поштові скриньки здобувачів.

Результати анкетування використовуються для оцінювання дієвості застосованих методів викладання та врахування пропозицій здобувачів щодо вдосконалення змісту навчальної дисципліни «Управління вуглецевими ресурсами в ЄС: циркулярна економіка, політика та енергетичний перехід». Участь в анкетуванні є добровільною та не впливає на підсумкову оцінку з навчальної дисципліни.

8. Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Пінчук В. О. Енергетичний менеджмент : навчальний посібник із практичними завданнями для студентів спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплоенергетика». Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2024. 91 с. DOI: https://doi.org/10.23877/PinchukDAAD2024-01
2. Самойленко Н. М., Райко Д. В., Аверченко В. І. Організація та управління в природоохоронній діяльності : навчальний посібник. Харків : НТУ «ХПІ», Видавництво «Лідер», 2018. 174 с.
3. Цюман Є. С., Зюзюн В. І. Циркулярна економіка : навчальний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальностями 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Київ : НТУ, 2023. 133 с. URL: https://www.researchgate.net/publication/371441064_CIRKULARNA_EKONOMIKA_NAVCALNIJ_POSIBNIK_Circular_Economy
4. Sharabura T., Pinchuk V., Pinchuk S., Chemerynskyi M. Activation of Carbon-Containing Raw Materials in Combustion and Gasification Processes. 2025. ISBN 978-617-8778-37-8. DOI: https://doi.org/10.23877/978-617-8778-37-8
5. European Commission. The European Green Deal. COM(2019) 640 final. 11.12.2019. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640
6. European Commission. A new Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final. 11.03.2020. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098
7. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Waste Framework Directive; consolidated version). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98
8. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial and livestock rearing emissions (Industrial Emissions Directive; consolidated text). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/75/2024-08-04/eng

9. Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union (EU ETS; consolidated text). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2003/87
10. Regulation (EU) 2021/1056 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2021 establishing the Just Transition Fund. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1056/oj/eng
11. Directive (EU) 2024/2881 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2024 on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2881/oj/eng
12. European Commission. Towards an ambitious Industrial Carbon Management for the EU. COM(2024) 62 final. 06.02.2024. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52024DC0062

Додаткові

1. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 101 «Екологія» для другого (магістерського) рівня. Затверджено наказом МОН України від 04.10.2018 № 1066. URL: https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-za-specialnistyu-101-ekologiya-dlya-drugogo-magisterskogo-rivnya-vishoyi-osviti
2. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» для другого (магістерського) рівня. Затверджено наказом МОН України від 04.03.2020 № 378. URL: https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-zi-specialnosti-183-tehnologiyi-zahistu-navkolishnogo-seredovisha-dlya-drugogo-magisterskogo-rivnya-vishoyi-osviti
3. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 144 «Теплоенергетика» для другого (магістерського) рівня. Затверджено наказом МОН України від 22.10.2020 № 1292. URL: https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2020/10/23/144_Teploenerhetyka_mahistr.pdf
4. Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 185 «Нафтогазова інженерія та технології» для другого (магістерського) рівня. Затверджено наказом МОН України від 24.01.2024 № 87. URL: https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-zi-specialnosti-185-naftogazova-inzheneriya-ta-tehnologiyi-dlya-drugogo-magisterskogo-rivnya-vishoyi-osviti
5. Ломазов П. К., Павличенко А. В., Бучавий Ю. В. Оптимізація та удосконалення технічного оснащення стаціонарних постів спостереження за атмосферним повітрям в агломераціях. Збірник наукових праць НГУ. 2024. № 78. С. 140–152. DOI: https://doi.org/10.33271/crpnmu/78.140
6. Pinchuk V., Sharabura T., Pinchuk S., Chemerynskyi M., Kuzmin A. In-process control potential of trace elements during coal thermal conversion. International Journal of Coal Preparation and Utilization. 2026. Published online 28 April 2026. DOI: https://doi.org/10.1080/19392699.2026.2665700
7. Pavlychenko A. V., Buchavyi Yu. V., Lomazov P. K. Instrumental monitoring of air pollution from power generators with AI-based data analysis: methodology and risk assessment. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2026. No. 3. P. 105–114. DOI: https://doi.org/10.33271/nvngu/2026-3/105
8. Pavlychenko A., Sala D., Pyzalski M., Dybrin S., Antoniuk O., Dychkovskyi R. Utilizing Fuel and Energy Sector Waste as Thermal Insulation Materials for Technical Buildings. Energies. 2025. Vol. 18, No. 9. Art. 2339. DOI: https://doi.org/10.3390/en18092339