



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Екологічні аспекти енергетики

### Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,  
176 – Мікро- та наносистемна техніка

### Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

### Кафедра

Електричних станцій (130)

### Рівень освіти

Магістр

### Тип дисципліни

Вибіркова, Фокусна підготовка

### Семестр

3

### Мова викладання

Українська, англійська

## Викладачі, розробники



### Махотіло Костянтин Володимирович

[Kostiantyn.Makhotilo@khpі.edu.ua](mailto:Kostiantyn.Makhotilo@khpі.edu.ua)

Кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор

Автор понад 90 наукових публікацій та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи інформаційних технологій в електроенергетиці», «Облік та керування електроспоживанням», «Енергетична політика України та маркетинг енергії», «Моделювання та прогнозування електроспоживання», «Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна розглядає важливі аспекти взаємодії енергетики та довкілля та принципів сталого розвитку.

Перша її частина присвячена дослідженню впливу енергетичних технологій на навколишнє середовище. Аналізуються викидів при використанні різних видів палива, забруднення атмосфери, водойм, і літосфери, тепловими, атомними та гідравлічними електростанціями. Також аналізується вплив на довкілля відновлюваних джерел енергії. Теми практичних занять включають розрахунки викидів енергетичними установками.

Друга частина присвячена оцінюванню життєвого циклу товарів, послуг і процесів. Розглядаються загальні принципи оцінювання життєвого циклу, визначенням мети та сфери застосування, вивчаються методи інвентаризаційного аналізу та інтерпретування отриманих результатів. Практичні заняття передбачають використання програмного забезпечення openLCA для побудови моделей продукційних систем і оцінювання їхнього впливу на довкілля.

Третя частина охоплює кліматичні угоди, зокрема Рамкову конвенцію ООН зі зміни клімату та Паризьку кліматичну угоду. Аналізуються міжнародні зобов'язання країн зі зниження викидів шкідливих речовин та методи їх досягнення.

## Мета та цілі дисципліни

### Мета.

Формування знань про вплив різних технологій вироблення енергії на довкілля та методи його зменшення, проблему зміни клімату та зусилля з запобігання глобальному потеплінню, методи оцінювання величин викидів шкідливих речовин та оцінювання впливу виробництва енергії на довкілля протягом життєвого циклу.

### Цілі.

#### Знати:

- фактори взаємодії енергетики з довкіллям;
- впливи різного виду електричних станцій на довкілля
- методи зниження шкідливого впливу енергетики на довкілля;
- способи оцінювання впливу виробництва енергії на довкілля протягом життєвого циклу
- міжнародні угоди та національні програми сталого розвитку енергетики та запобігання зміни клімату.

#### Вміти:

- визначати фактори шкідливого впливу процесу виробництва енергії на довкілля;
- проводити кількісну оцінку величин викидів в атмосферне повітря, що утворюються при спалюванні палива;
- проводити оцінювання викидів протягом життєвого циклу при виробництві електроенергії за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення;
- знаходити шляхи та розробляти практичні рекомендації що до захисту навколишнього середовища відповідно до міжнародних та національних програм запобігання зміни клімату.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

## Компетентності

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК8. Здатність планувати впровадження і керувати роботою відновлюваних джерел енергії для забезпечення сталого розвитку енергетики на основі технологій розумних мереж, розподіленої генерації та акумулювання енергії.

## Результати навчання

РН2. Визначати напрями, розробляти й реалізовувати проекти створення та модернізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН10. Дотримуватися принципів та напрямів стратегії сталого розвитку енергетики, забезпечення енергетичної безпеки та переходу до відновлюваної енергетики в Україні, ЄС та світі.

РН11. Розуміти та використовувати правові акти, норми, правила та стандарти в галузі електроенергетики, зокрема відновлюваних джерел енергії.

РН12. Застосовувати наявне та опанувати нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах, а також мікро- та наноелектронних системах.

РНс1.1. Визначати оптимальні технології, схеми організації й параметри обладнання установок та станцій з виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії, зокрема фотоелектричних.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 102 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Без пререквізитів

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс зорієнтовано як на самостійну пізнавальну діяльність студентів, так і на їх вміння проводити необхідні розрахунки. Використовуються репродуктивні методи навчання з опорою на поетапне формування розумових дій з елементами активних методів навчання.

Лекції проводяться в інтерактивному режимі з використанням мультимедійних технологій.

Практичні завдання виконуються з використанням платформи Microsoft 365 та вільного програмного пакета openLCA (<https://www.openlca.org>). Навчальні матеріали доступні для студентів у блокноті OneNote Class Notebook.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Цілі навчальної дисципліни

Значення даної навчальної дисципліни для забезпечення інших професійних навчальних дисциплін. Обсяг навчального матеріалу, види занять та організація роботи для його засвоєння

#### Змістовий модуль 1. Енергетика і навколишнє середовище

##### Тема 1. Загальні питання взаємодії енергетики з довкіллям.

Використання палива і енергії в світі. Екологічна ситуація в світі. Чинники впливу на довкілля традиційної енергетики та відновлюваної енергетики. Парникові гази та вуглецевий слід. Сталый розвиток та його цілі.

##### Тема 2. Вплив спалювання палива на довкілля.

Утворення шкідливих речовин під час горіння палива.

Склад твердого, рідкого та газоподібного викопного органічного палива та шкідливі речовини у продуктах його спалювання.

##### Тема 3. Вплив теплових електростанцій на довкілля.

Забруднення атмосфери на ТЕС. Забруднення гідросфери на ТЕС. Забруднення літосфери на ТЕС.

##### Тема 4. Вплив атомних електростанцій на довкілля

Радіоактивні забруднення на АЕС. Інші види забруднень на АЕС.

##### Тема 5. Вплив гідравлічних електростанцій на довкілля

Зміни екосистем при гідротехнічному будівництві. Вплив під час експлуатації ГЕС.

##### Тема 6. Вплив відновлюваної енергетики на довкілля

Вплив сонячних електростанцій на довкілля. Вплив вітрових електростанцій на довкілля. Вплив геотермальних електростанцій на довкілля. Вплив біомасових електростанцій на довкілля.

##### Тема 7. Вплив високовольтних ліній електропередачі та електричних підстанцій на довкілля

Безпосередній вплив електричного поля. Вплив струмів.

#### Змістовий модуль 2. Оцінювання життєвого циклу товару/послуги/процесу

##### Тема 8. Принципи оцінювання життєвого циклу.

Поняття та стандарти оцінювання життєвого циклу. Концепція продукційної системи. Загальна схема оцінювання впливів життєвого циклу.

##### Тема 9. Визначення мети та сфери застосування

Мета оцінювання. Сфера застосування. Функція, функційна одиниця та еталонні потоки. Межі аналізованої системи.

##### Тема 10. Інвентаризаційне аналізування життєвого циклу.

Дані та діаграма потоків. Цикл інвентаризаційного аналізування.

### Тема 11. Оцінювання впливу протягом життєвого циклу

Характеризація. Нормалізація. Зважування.

Методи оцінювання впливу протягом життєвого циклу: TRACI, CML, Ecoindicator 99, ReCiPe, Impact+.

### Тема 12. Інтерпретування життєвого циклу

Процедури інтерпретування.

### Тема 13. Відкрита система автоматизованого оцінювання життєвого циклу openLCA.

Бази даних інвентаризаційного аналізування життєвого циклу. Бази методів оцінювання впливу протягом життєвого циклу.

### Тема 14. Побудова моделі продукційної системи в openLCA.

Створення та налаштування моделі продукційної системи в openLCA. Оцінювання життєвого циклу в openLCA.

## Змістовий модуль 3. Кліматичні угоди

### Тема 15. Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату.

Руйнування озонового шару та Монреальський протокол. Передумови прийняття Рамкової конвенції ООН зі зміни клімату. Історія втілення положень конвенції.

### Тема 16. Паризька кліматична угода.

Київський протокол та його механізми. Міжнародні зобов'язання країн світу що до зниження викидів шкідливих речовин. Результати Національно визначених внесків України до паризької угоди. Цілі кліматичної політики України до 2030 року.

## Теми практичних занять

### Тема 1.

Розрахунок викидів енергетичними установками забруднюючих речовин і парникових газів при спалюванні

### Тема 2.

Аналіз великих аварій на АЕС: перебіг подій, ліквідація, наслідки для довкілля

### Тема 3.

Методи зменшення впливу сонячних та вітрових станцій на довкілля

### Тема 4.

Методи зменшення впливу теплових станцій на довкілля

### Тема 5.

ДСТУ ISO 14040\_2013

### Тема 6.

Налаштування програми openLCA

### Тема 7.

Оцінювання викидів протягом життєвого циклу виробництва електроенергії в openLCA

### Тема 8.

Паризька угода та підсумки COP26, 27, 28

## Теми лабораторних робіт

Не передбачені програмою

## Самостійна робота

Самостійна робота студента передбачає вивчення лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, виконання розрахункового завдання, вивчення додаткового матеріалу.

Індивідуальне завдання – розрахункове завдання.

Завдання сприяє формуванню навичок оцінювання життєвого циклу різних систем генерації електроенергії за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Тема: «Розрахунок викидів протягом життєвого циклу при виробництві електроенергії»

Вихідні дані: згідно варіанту.

Обсяг завдання: 4–6 аркушів пояснювальної записки.

Термін подачі: 16-й тиждень.

Оцінюється: правильність проведення розрахунків та оформлення роботи.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література:

1. Малярченко В.А. Енергетика і навколишнє середовище., Х.: Видавництво САГА, 2008.-364 с. код доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/5282/1/e-book.pdf>
2. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія: підручник. / М.О. Клименко, І.І. Залеський. - Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017 - 348 с.
3. Іваненко, О. І. Техноекологія : підручник / О. І. Іваненко, Ю. В. Носачова ; відп. ред. М. Д. Гомеля ; НТУУ "КПІ". — Київ : Кондор, 2017. — 294 с.
4. ДСТУ ISO 14040:2013. Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT) / Офіц. вид. К.: ТОВ «Бюро Міжнародної Сертифікації». 2013. 23 с. (Національний стандарт України)
5. Основи інженерії та технології сталого розвитку: Оцінювання життєвого циклу продукційних систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. М. Джигирей. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 47 с. Код доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37717/1/oitsr-lca.pdf>
6. Рамкова конвенція Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату [Електронний документ. Код доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_044#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text)
7. Киотський протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату. Код доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_801#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_801#Text)
8. Паризька угода. Код доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_l61#n3](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_l61#n3)
9. Національно-визначений внесок України. Код доступу: <https://mepr.gov.ua/news/33080.html>

### Додаткова література:

1. ГКД 34.02.305–2002. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від енергетичних установок. Методика визначення. К.: ОЕП «ГРІФРЕ», 2002. 42 с.
2. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами (Донецьк, 2004), схвалений Міністерством екології та природних ресурсів України листом від 08.11.2014 № 10990/20/1-10.
3. ISO 14040:2006. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework. Second edition 2006. Switzerland. 20 p.
4. Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року [Електронний документ. Код доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#n17> ]
5. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року [Електронний документ. Код доступу: <https://menr.gov.ua/timeline/Nacionalna-ekologichna-politika.html> ]
6. Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року [Електронний документ. Код доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/443-2021-%D1%80#n12>]
7. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок [Електронний документ. Код доступу: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art\\_id=245255506&cat\\_id=245255478](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245255506&cat_id=245255478)]
8. Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року [Електронний документ. Код доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-%D1%80#Text>]

### Навчально-методичне забезпечення навчальної дисципліни

1. Лисенко Л.І, Черкашина Г.І. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Менеджмент в енергетиці і екологія» для студентів спеціальностей 7.900601, 7.000008 «Розрахунок шкідливих викидів від джерел забруднення в атмосфері». Харків, НТУ «ХПІ», 2010 р

### Інформаційні ресурси в інтернеті:

1. openLCA <https://www.openlca.org/>
2. United Nations. Climate Change <https://unfccc.int>
3. Організація Об'єднаних Націй. Україна. Цілі сталого розвитку в Україні <https://ukraine.un.org/uk/sdgs>
4. Центр екологічних ініціатив "Екодія" <https://ecoaction.org.ua/pub>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Остаточна оцінка (100 балів) складається з:  
– 60 балів за поточний контроль (30 балів – змістовий модуль 1, 20 балів – змістовий модуль 2, 10 балів – змістовий модуль 3);  
– 20 балів за індивідуальне завдання  
– 20 балів за підсумковий контроль.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

28.08.23



Завідувач кафедри  
Олександр ЛАЗУРЕНКО

28.08.23



Гарант ОП  
Костянтин МАХОТІЛО