



ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна / Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>другий рік навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити ЄКТС (60 годин) (лекції – 18 год., практичні заняття – 18 год., самостійна робота – 24 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота (МКР), реферат</i>
Розклад занять	<i>Згідно з офіційним розкладом на сайті https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, практичні заняття: доцент, к.т.н., доцент Броницький Вадим Олегович, Vadym.Bronytskyi@ill.kpi.ua; @VadymBronytskyi (Telegram) - у робочі години. Консультації: щопонеділка, 16:00-17:00</i>
Розміщення курсу	<i>Стає доступним у Google Classroom перед початком семестру. Код доступу надається викладачем на першому занятті.</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Сучасний період розвитку України характерний щоденним зростанням промислового техногенного навантаження, особливо промислових підприємств, що невпинно веде до значного впливу на навколишнє середовище і біосферу планети. Екологічні проблеми стають найважливішими проблемами сучасності. Вирішення екологічних проблем неможливе без свідомої діяльності спеціалістів у кожній галузі, в якій вони працюють, їхньої екологічної освіти. Екологія – це наука про вплив діяльності людини на біосферу літосферу, гідросферу та атмосферу. Це наука про середовище існування людства, це наука про обмежувальні прогнози в промисловій та господарській діяльності людини з урахуванням впливу на довкілля. Навчальна дисципліна "Промислова екологія" відноситься до дисциплін екологічної підготовки спеціалістів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Дисципліна являється базовою для теоретичного і практичного оволодіння сучасним інженером фізичної суті екологічних процесів, що супроводжують роботу електричних станцій, електричних машин, мехатронних комплексів та комутаційних апаратів, з урахуванням захисту навколишнього середовища від промислових забруднень і зниження впливу удосконаленням технологій.

Основними завданнями вивчення дисципліни є надання студентам теоретичних знань про основні види техногенного впливу промислових об'єктів на довкілля, набуття студентами знань і умінь застосування досягнень сучасних технологічних та технічних заходів щодо зменшення негативного техногенного впливу промислових виробництв на складові біосфери та навколишнє середовище.

Промислова екологія – дисципліна, вивчення і опанування якою, враховуючи виснаження запасів та вичерпних джерел енергії, призводить до значного ускладнення видобутку енергоносіїв, техногенного навантаження виробництв на забруднення атмосферного, водного простору, літосфери, і впливає на

флору і фауну. Актуальність цього важливого питання вирішує одне з основних питань держави – підвищення рівня збереження та енергетичної безпеки держави, навколишнього середовища, здоров'я та добробут людини. Дисципліна є одною із фундаментальних баз підготовки висококваліфікованих спеціалістів енергетичного і екологічного напрямків, які мають забезпечити економічну, енергетичну, технічну та екологічну незалежність держави, сталого збалансованого розвитку суспільства і біосфери.

Метою освітнього компонента є формування у студентів систематичних знань екологічних основ і здатностей: здатність розуміти сучасні екологічні проблем держави і світу, усвідомлювати їх важливість і актуальність; здатність усвідомлювати найгостріші екологічні проблеми (зміна клімату, кислотні опади, загальне забруднення середовища та інші) прямо або побічно пов'язані з виробництвом, передачею та використанням енергії; здатність розуміти необхідність подолання споживацького ставлення до природи; здатність усвідомлювати особисту відповідальність за стан довкілля, забезпечити здатність здійснювати ресурсоощадливе природокористування шляхом впровадження «зелених технологій» виробництва, створення кругових циклів виробництва, удосконалення або модернізації існуючих технологій виробництва, підвищення ефективності управління природоохоронною діяльністю на підприємстві.

Предмет дисципліни – технологічні процеси, зокрема «зелені» та безвідходні технології, а також інструменти управління, що дозволяють мінімізувати або усунути негативний вплив промислової діяльності на довкілля та забезпечити екологізацію виробництва.

Програмні результати навчання.

Компетентності: Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Здатність розуміти та застосовувати фундаментальні концепції, принципи та методи промислової екології. Здатність аналізувати потоки матеріалів та енергії в промислових системах та їх взаємодію з навколишнім середовищем. Здатність розробляти та обґрунтовувати стратегії та заходи для підвищення ресурсоефективності та мінімізації відходів у промислових процесах. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері промислової екології та сталого розвитку, що передбачає застосування теорій та методів екологічних наук, інженерії та менеджменту і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Компетентності: (ЗК05) Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; (ЗК08) Здатність працювати автономно; (ФК08) Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

Програмні результати навчання: зрозуміють основні принципи промислової екології, включаючи аналіз життєвого циклу та циркулярну економіку. Вони зможуть аналізувати вплив промисловості на довкілля та потоки матеріалів/енергії. Студенти навчатимуться ідентифікувати можливості для підвищення ресурсоефективності, мінімізації відходів та застосування чистіших технологій. Здобувачі зможуть оцінювати екологічні аспекти промислової діяльності та пропонувати обґрунтовані рішення.

Зокрема, вміти впроваджувати «зелені технології» виробництва, створювати кругові цикли виробництва, удосконалювати та/або модернізувати існуючі технології виробництва, підвищувати ефективність управління природоохоронною діяльністю на підприємстві.

Програмні результати навчання: (ПРН04) Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок; (ПРН12) Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень; (ПРН13) Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Промислова екологія» базується на загальних знаннях з природознавства або екології, а також фізики в межах програми повної загальної середньої освіти. Дисципліна «Промислова

екологія» є фундаментальною основою, що має забезпечити засвоєння студентами основ екології, як теоретичного підґрунтя охорони довкілля, екологічної безпеки, екологізації виробництва, зелених технологій та подальшого втілення концепції сталого розвитку суспільства.

3. Зміст навчальної дисципліни

ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

Тема 1. Взаємодія суспільства та довкілля. Промисловість як ключовий фактор впливу на природні геосистеми.

Тема 2. Циркулярна економіка як стратегія сталого розвитку та мінімізації впливу виробництва.

Тема 3. Вплив промислових підприємств на атмосферне повітря та сучасні технології його захисту.

Тема 4. Вплив промислових підприємств на гідросферу та сучасні технології захисту водних об'єктів.

Тема 5. Вплив промислових підприємств на літосферу та земельні ресурси та технології захисту літосфери та земельних ресурсів.

Тема 6. Енергетика та довкілля: вплив традиційних джерел, потенціал альтернативної енергетики та "зелених технологій" в енергетичному секторі.

Тема 7. Управління процесами екологізації виробництва та впровадження "зелених технологій".

Тема 8. Економічні аспекти та інструменти екологізації виробництва. Міжнародний досвід та співпраця у сфері екологізації промисловості.

Тема 9. Екологічне право та державна екологічна політика.

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	6
Тема 1. Взаємодія суспільства та довкілля. Промисловість як ключовий фактор впливу на природні геосистеми.	2	2	–	–
Тема 2. Циркулярна економіка як стратегія сталого розвитку та мінімізації впливу виробництва.	2	2	–	–
Тема 3. Вплив промислових підприємств на атмосферне повітря та сучасні технології його захисту.	5	2	2	1
Тема 4. Вплив промислових підприємств на гідросферу та сучасні технології захисту водних об'єктів.	5	2	2	1
Тема 5. Вплив промислових підприємств на літосферу та земельні ресурси та технології захисту літосфери та земельних ресурсів.	5	2	2	1
Тема 6. Енергетика та довкілля: вплив традиційних джерел, потенціал альтернативної енергетики та "зелених технологій" в енергетичному секторі.	5	2	2	1
Тема 7. Управління процесами екологізації виробництва та впровадження "зелених технологій".	4	2	2	–
Тема 8. Економічні аспекти та інструменти екологізації виробництва. Міжнародний досвід та співпраця у сфері екологізації промисловості.	4	2	2	–
Тема 9. Екологічне право та державна екологічна політика.	4	2	2	–
Модульна контрольна робота	6	–	2	4
Реферат	10			10
Залік	8	–	2	6
Всього годин	60	18	18	24

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Ремез Н. С., Гребенюк Т. В., Броницький В. О. Екологізація виробництва та зелені технології. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 209 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48002>
2. Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору: підруч. / О. Я. Тверда та ін. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 149 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65671>
3. Шаравара В. В., Любинський О. І. Економіка природокористування: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня «Рута», 2020. 252 с. URL: <http://elar.kpnu.edu.ua:8081/xmlui/bitstream/handle/123456789/4939/Sharavara-V.V.-Liubynskiy-O.I.-Ekonomika-pryrodokorystuvannia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Зварич І. Я. Глобальна циркулярна економіка: "Економіка ковбоїв" VS "Економіка космічного корабля". Тернопіль: ВПЦ «Економічна думка ТНЕУ», 2019. 337 с.
5. Галушкіна Т. П., Грановська Л. М., Кисельова Р. А. Екологічний менеджмент та аудит: навчальний посібник. Херсон: Олді-Плюс, 2019. 455 с.
6. Промислова екологія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Я.І. Бедрій, Б.О. Білінський, Р.М. Швах, М.М. Козяр. Видання 4-те, перероблене. Київ: Кондор, 2018. 372 с.
7. Носачова Ю.В., Іваненко О.І., Вембер В.В. Екологічна безпека інженерної діяльності. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2020. – 294 с. 230 с.
8. Промислова екологія. Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47714>

Додаткова література

1. Зелені технології у промисловості: монографія / І. А. Василенко та ін. Дніпро: Акцент ПП, 2019. 366 с.
2. Мальований М. С., Леськів Г. З. Екологія та збалансоване природокористування: навчальний посібник. Херсон: Олді-Плюс, 2019. 314 с.
3. Тузяк В. Є. Рекуперація промислових відходів. Технології видобутку рідкісних, рідкісноземельних та радіоактивних елементів з промислових відходів. Львів: Каменяр, 2019. 439 с.
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Дата оновлення: 01.01.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 30.05.2023).
5. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. Дата оновлення: 13.05.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19> (дата звернення: 30.05.2023).
6. Податковий кодекс України: Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. Дата оновлення: 17.06.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17> (дата звернення: 30.05.2023).
7. Закон України «Про екологічний аудит» від 24.06.2004 р. № 1862-IV. Дата оновлення: 16.10.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1862-15> (дата звернення: 30.05.2023).
8. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: затв. наказом Міністерства енергетики та захисту довкілля України від 28.04.2020 р. № 277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0414-20> (дата звернення: 30.05.2023).
9. Методика розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: затв. наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 20.07.2009 р. № 389. Дата оновлення: 04.06.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0767-09> (дата звернення: 30.05.2023).
10. Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства: затв. наказом Міністерства охорони

навколишнього природного середовища від 27.10.1997 р. № 171. Дата оновлення: 12.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0285-98> (дата звернення: 30.05.2023).

11. Порядок планування та фінансування природоохоронних заходів: затв. наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 12.06.2015 р. № 194. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0994-15> (дата звернення: 30.05.2023).

12. Порядок використання коштів державного бюджету на здешевлення кредитів для здійснення природоохоронних заходів: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 18.08.2005 р. № 773. Дата оновлення: 13.12.2006. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/773-2005-%D0%BF> (дата звернення: 30.05.2023).

13. Жигуц Ю. Ю., Лазар В. Ф. Інженерна екологія: навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Київ: Кондор, 2018. 168 с.

14. Зелені технології у промисловості: монографія / І. А. Василенко та ін. Дніпро: Акцент ПП, 2019. 366 с.

15. Промислова екологія. Семінарські заняття [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 34 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48870>

16. Технологія захисту гідросфери. Практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. В. Гребенюк, В. О. Бронницький, М. В. Репін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41595>

Інформаційні ресурси

1. Міністерство екології та природних ресурсів України - <https://menr.gov.ua/>
2. Каталог нормативних документів України – <http://csm.kiev.ua/>
3. Цифровий репозиторій Національного університету водного господарства та природокористування – <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
4. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського – <http://www.nbuv.gov.ua/>
5. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» – <https://www.library.kpi.ua>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]–[8]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни викладач зазначає на відповідному занятті. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 18 годин лекцій та 18 годин практичних занять, а також виконання модульної контрольної роботи (МКР), тривалістю 2 акад. год., та написання реферату.

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і досвіду оперувати сучасними поняттями в галузі промислової екології. Виходячи з розподілу часу на вивчення дисципліни, рекомендується дев'ять практичних занять (з врахуванням часу на МКР та заліку).

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та семінарські заняття, а також елементи роботи в командах та в групових дискусіях. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких

формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський» на базі G Suite for Education, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта і Telegram. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	2
Лекція 1	Взаємодія суспільства та довкілля. Промисловість як ключовий фактор впливу на природні геосистеми. • Поняття довкілля та природних геосистем (атмосфера, гідросфера, літосфера, біосфера). • Історичний огляд взаємодії людини та природи: від гармонії до антропогенного тиску. • Промислова революція та її наслідки для довкілля. • Промисловість як основне джерело споживання ресурсів та генерації відходів. • Основні види промислового впливу на різні компоненти геосистем (забруднення, виснаження, трансформація ландшафтів). • Глобальні, регіональні та локальні екологічні проблеми, спричинені промисловою діяльністю. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 2	Циркулярна економіка як стратегія сталого розвитку та мінімізації впливу виробництва • Концепція сталого розвитку: цілі та завдання. • Недоліки лінійної моделі економіки («видобути-виробити-викинути»). • Визначення, принципи та ключові стратегії циркулярної економіки (3R, 6R, 9R). • Роль циркулярної економіки у досягненні цілей сталого розвитку та мінімізації екологічного сліду виробництва. • Приклади циркулярних бізнес-моделей та практик у промисловості. • Переваги та виклики переходу до циркулярної економіки. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 3	Вплив промислових підприємств на атмосферне повітря та сучасні технології його захисту • Основні джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу від промислових підприємств (стаціонарні, пересувні). • Класифікація основних забруднювачів атмосферного повітря (гази, пил, аерозолі) та їх вплив на здоров'я та довкілля (кислотні дощі, смог, руйнування озонового шару, зміна клімату). • Принципи та методи очищення промислових газових викидів (абсорбція, адсорбція, каталітичне очищення, механічне пиловловлення тощо). • Сучасне пилогазоочисне обладнання та технології. • Методи моніторингу та контролю за станом атмосферного повітря в промислових зонах. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 4	Вплив промислових підприємств на гідросферу та сучасні технології захисту водних об'єктів • Основні джерела забруднення водних об'єктів промисловими підприємствами (стічні води, скиди, витоки). • Класифікація забруднювачів стічних вод (механічні, хімічні, біологічні, теплові) та їх вплив на водні екосистеми.

1	2
	• Методи очищення промислових стічних вод: механічні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні. • Сучасні технології та споруди для очищення стоків. • Концепція та технології створення систем оборотного та замкненого водопостачання на підприємствах. • Захист підземних вод від промислового забруднення. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 5	Вплив промислових підприємств на літосферу та земельні ресурси та технології захисту літосфери та земельних ресурсів • Види впливу промисловості на літосферу: видобуток корисних копалин, складування відходів, забруднення ґрунтів, зміна рельєфу. • Проблема промислових відходів: класифікація, обсяги утворення, небезпека. • Технології поводження з промисловими відходами: мінімізація, переробка (рециклінг, рекуперація), утилізація, безпечне захоронення. • Забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, пестицидами та іншими токсикантами. • Технології рекультивації порушених земель та санації (очищення) забруднених територій. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 6	Енергетика та довкілля: вплив традиційних джерел, потенціал альтернативної енергетики та "зелених технологій" в енергетичному секторі • Вплив традиційної енергетики (теплової, атомної, гідро) на компоненти довкілля (викиди, відходи, затоплення територій). • Зв'язок енергетики та зміни клімату. • Відновлювані джерела енергії (ВДЕ): сонячна, вітрова, біоенергетика, геотермальна, мала гідроенергетика. Їх потенціал та екологічні аспекти. • "Зелені технології" в енергетиці: підвищення енергоефективності, когенерація, "розумні мережі" (smart grids), технології зберігання енергії. • Перспективи розвитку водневої енергетики. • Енергетичний перехід: виклики та можливості для сталого розвитку. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 7	Управління процесами екологізації виробництва та впровадження "зелених технологій" • Концепція екологізації виробництва та її основні напрямки. • Системи екологічного менеджменту (CEM) на підприємстві (стандарти серії ISO 14000). • Інструменти екологічного управління: екологічний аудит, оцінка впливу на довкілля (ОВД), екологічне маркування та сертифікація. • Оцінка життєвого циклу продукції (LCA) як інструмент виявлення екологічних аспектів. • Поняття та приклади "зелених технологій" у різних галузях промисловості (ресурсозберігаючі, маловідходні, безвідходні). • Стратегії та бар'єри впровадження "зелених технологій" на підприємствах. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 8	Економічні аспекти та інструменти екологізації виробництва. Міжнародний досвід та співпраця у сфері екологізації промисловості • Економічна оцінка природних ресурсів та екологічних збитків. • Економічні інструменти стимулювання екологізації: екологічні податки, платежі за забруднення, субсидії, система торгівлі квотами на викиди. • Еколого-економічна ефективність природоохоронних заходів та інвестицій. • Міжнародні екологічні угоди та конвенції, що стосуються промислової діяльності. • Досвід розвинених країн у сфері екологізації промисловості та впровадження циркулярної економіки (на прикладі ЄС, Японії, Німеччини тощо).

1	2
	Роль міжнародних організацій та програм у сприянні екологізації та передачі "зелених технологій". <i>Літературні джерела: [1-8]</i>
Лекція 9	Екологічне право та державна екологічна політика. - Поняття, предмет та джерела екологічного права. - Основні принципи екологічного права. - Система екологічного законодавства України (закони, кодекси, підзаконні акти). - Державна екологічна політика: цілі, принципи, інструменти реалізації. - Система органів державного управління у сфері охорони довкілля та природокористування. - Державний контроль та нагляд за дотриманням екологічного законодавства. - Юридична відповідальність за екологічні правопорушення. - Право громадян на безпечне довкілля та участь у прийнятті екологічно значущих рішень. <i>Літературні джерела: [1-8]</i>

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
1	2
Практичне заняття 1	Розрахунок максимальної приземної концентрації
Практичне заняття 2	Методика розрахунку необхідного ступеня очищення вироблених стічних вод
Практичне заняття 3	Розрахунок сумарної маси небезпечної речовини (кількості природного газу, що міститься в трубопроводі підприємства)
Практичне заняття 4	Розрахунок величини викидів забруднюючих речовин в атмосферу від ділянки механічної обробки металу
Практичне заняття 5	Оцінка технологічної ефективності роботи пісковловлювачів
Практичне заняття 6	Інтегральна оцінка екологічного стану природних вод
Практичне заняття 7	Запропонувати та обґрунтувати технологію та обладнання для очищення промислових стоків відходами виробництва та/або видобутку. Обґрунтувати можливість створення замкнутого циклу водопостачання
Практичне заняття 8	Модульна контрольна робота
Практичне заняття 9	Залік. На заліку оголошується кінцева оцінка, яка ставиться у заліково-екзаменаційну відомість. Студенти, що не набрали 60 балів, а також, ті хто хочуть підвищити свою оцінку виконують на занятті залікову контрольну роботу. Студенти, що недопущені до заліку можуть здавати на занятті заборгованості. Якщо недопущений студент зміг протягом заняття отримати допуск та має більш ніж 60 балів, він отримує залікову оцінку на цьому ж занятті. Якщо студент допустився, але 60 балів не набрав, він також має право написати залікову роботу. Недопущені на занятті студенти, а також ті, хто не з'явився на залік і не мають допуску отримують у відомості «недопущений» та відправляються на додаткову сесію. Студенти, що отримали заздалегідь допуск та погоджуються зі своєю оцінкою, можуть не бути присутні на заліковому занятті.

Методи навчання та викладання: робота в групах або парах; коло ідей, мозковий атака, дискусія або вимушені дебати, мікрофон, наочний та відеометод.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	4
2	Підготовка до МКР	4
3	Підготовка реферату	10
4	Підготовка до заліку	6

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/37> заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали за це. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.

На момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom // Google Meet (у випадку дистанційного навчання), а також відкрито курс «Промислова екологія» на платформі «Сікорський» (код доступу до курсу надається на першому занятті згідно з розкладом). Силабус; лекційний матеріал; практикум; завдання до кожного практичного заняття; варіанти модульної контрольної роботи; тести, які потрібно виконати за лекціями; перелік питань до залікової контрольної роботи розміщено на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в Інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;

- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% від максимальної кількості балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 балів. Заохочувальні бали нараховують за участь у наукових конференціях, студентських конкурсах та олімпіадах, за написання статті та її публікацію. За участь у Всеукраїнській олімпіаді (конкурсі наукових робіт) студенту нараховується 5 (I тур) або 10 (II тур) балів. За написання статті та її публікацію студенту нараховується 10 балів (видання, що входить до Scopus або Web of Science) або 6 балів (фахове видання України). За публікацію тез доповіді на науковій конференції – 3 бали.

- політика дедлайнів та перескладань: кожен студент зобов'язаний дотримуватися термінів виконання завдань у межах розкладу проведення аудиторних занять з дисципліни. обов'язковим контрольним заходом оцінювання для допуску до заліку є написання МКР та виконання реферату. Студент, що з поважної причини (лікарняний, академічна мобільність тощо) не написав МКР, має право зробити це під час регулярних консультацій викладача згідно розкладу. Порядок перескладання семестрового контролю визначається загальними правилами університету¹.

- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Промислова

¹ Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/32>

екологія». Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі²;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до іноземних джерел.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: тестування, МКР, виконання завдань до практичних занять та реферат.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

1. Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- тестування за матеріалами лекційних занять (32 бали);
- виконання завдань до практичних занять (42 бали);
- виконання та захист реферату (10 балів);
- написання МКР (16 балів).

Контрольний захід	Кількість заходів	Ваговий бал	Рейтинг
тестування за матеріалами лекційних занять	8	4	32
виконання завдань до практичних занять	7	6	42
реферат	1	10	10
МКР	1	16	16
ВСЬОГО:			100

Нижня межа позитивного оцінювання робіт, передбачених заходами поточного контролю – не менше 60% від балів, визначених для цього виду роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1 Тестування за матеріалами лекційних занять: ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за тестування – 4 бали * 8 тестувань = 32 бали.

Тести студент виконує безпосередньо на лекційному занятті, за 5-10 хвилин до його закінчення. По закінченню заняття тести закриваються і не підлягають переписуванню або виконанню вдома. Тест містить вісім запитань і декілька відповідей до кожного з них, одна з яких вірна. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 бала.

2.2 Виконання завдань до практичних занять: ваговий бал – 6. Максимальна кількість балів за виконання завдань до практичних занять – 6 балів * 7 завдань = 42 балів.

Практична робота виконується безпосередньо на практичному занятті. Тим, хто з поважних причин був відсутнім на практичному занятті, або не встиг виконати практичну роботу безпосередньо на практичному занятті, дозволяється здати її протягом двох тижнів, тобто до початку наступного практичного заняття.

Критерії оцінювання:

- домашнє завдання вирішено вірно та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 5-6 балів;

² Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

- домашнє завдання вирішено із незначними помилками та здано протягом 2-х тижнів після практичного заняття – 4-5 балів;
- домашнє завдання вирішено вірно, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 4-5 балів;
- домашнє завдання вирішено із незначними помилками, але здано протягом більш ніж 2-х тижнів після практичного заняття – 3-4 балів;
- домашнє завдання вирішено із значними помилками – 0 балів.

2.3 Виконання та захист реферату: ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за реферат – 10.

Реферат оцінюється в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 9-10 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або містить незначні неточності – 7-8 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації), виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та містить деякі помилки – 6 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Вимоги до написання реферату надаються у вигляді методичних рекомендацій і розміщуються на платформі «Сікорський» та у системі «Електронний Кампус КПІ».

2.4 Написання модульної контрольної роботи: ваговий бал за МКР – 16. Максимальний бал за МКР складає 16 балів.

МКР складається із тестових завдань трьох рівнів складності. Перший рівень складності містить десять запитань, на кожне з яких пропонується відповідь «так» або «ні». Кожна правильна відповідь у рамках першого рівня оцінюється в 0,4 бала. Другий рівень складності має на меті перевірку знань більш широкого розуміння теоретичного матеріалу та застосування тих чи інших технологічних схем (обладнання), і передбачає надання правильної відповіді (може бути декілька вірних відповідей у кожному запитанні) за результатами роботи як і з теоретичним матеріалом та із графічним зображенням технологічної схеми чи обладнання. Містить такий рівень 10 запитань, кожне з яких оцінюється в 0,8 бала. Третій рівень складності передбачає розв'язок задач і за результатами розв'язку вибір (внесення) правильної відповіді, оцінюється таке завдання у 2 бали.

Для тих студентів, що не змогли виконати її вчасно,значається окремий час в кінці семестру. З метою надання студентам можливості виправити отримані за модульну контрольну роботу бали (за власним бажанням студента), наприкінці семеструзначається один день, у який проводиться перездача робіт.

3. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

4. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та реферат.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані МКР та реферат, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за МКР і реферат та за залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі, та балів за МКР і реферат.

Залікова контрольна робота оцінюється максимум у 100 балів. Застосовується «м'яка» РСО – підсумкова оцінка здобувача визначається кращим результатом, отриманим або за виконання залікової контрольної роботи, або протягом семестру.

Контрольне завдання цієї роботи складається з двох теоретичних запитань з переліку, що наданий у додатку до си́лабусу, та задачі. Кожне теоретичне запитання (завдання) оцінюється у 35-балів, а практичне – у 30 балів за такими критеріями:

Кожне запитання та задача оцінюються в 26 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – відповідно 31-35 балів за теоретичне запитання та 27–30 балів за практичне завдання;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – відповідно 26–30 балів за теоретичне запитання та 22-26 балів за практичне завдання;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – відповідно 21-25 балів за теоретичне запитання та 18–21 балів за практичне завдання;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тематик питань, які виносяться на семестровий контроль (наведені в окремому документі).

Результати навчання, набуті у неформальній / інформальній освіті можуть бути визнані відповідно до Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>). Зарахована може бути як навчальна дисципліна повністю, так і її складові (змістовні модулі, окремі теми).

Для самостійного вивчення пропонуються відносно прості запитання, які носять у більшості випадків описовий характер, призначені для розширення кругозору студентів та повторення матеріалів, які вивчались у інших дисциплінах, та мають безпосереднє відношення до дисципліни.

Робочу програму навчальної дисципліни (си́лабус):

Складено:

доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри геоінженерії
Броницький Вадим Олегович

Ухвалено кафедрою геоінженерії (протокол №15 від 23.06.2025 року)

Погоджено Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 29 від 26.05.2025 року)

Додаток до силабусу з навчальної дисципліни «Промислова екологія»
Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Визначити основні аспекти впливу виробництва на екосистему.
2. Класифікувати забруднення атмосфери. Визначити можливі наслідки на глобальному рівні.
3. Класифікувати забруднення водних об'єктів. Визначити можливі наслідки на рівні окремої водойми.
4. Класифікувати забруднення ґрунтів. Визначити можливі наслідки.
5. Класифікувати забруднюючі речовини. Визначити наслідки впливу на організм людини оксидів вуглецю.
6. Визначити основну мету нормування впливу на навколишнє середовище. Проаналізувати можливі наслідки перевищення норм впливу на навколишнє середовище.
7. Дати визначення поняттю «екологізація виробництва» та запропонувати інструменти для її стимулювання.
8. Дати визначення поняттю «екологізація виробництва» та окреслити основні шляхи екологізації природокористування.
9. Дати визначення поняттю «циркулярна економіка». Визначити її відмінність від «лінійної економіки».
10. Дати визначення поняттю «циркулярна економіка». Визначити основні аспекти циркулярного зростання.
11. Система індикаторів та показники циркулярної економіки. Визначити необхідність їх визначення.
12. Заходи введення промисловості у циркулярний процес. Визначити можливі перешкоди та бар'єри імплементації циркулярної економіки.
13. Дати визначення поняттю «декаплінг». Визначити можливі наслідки його досягнення на рівні підприємства.
14. Алгоритм впровадження моделі циркулярної економіки (на рівні підприємства). Визначити переваги сталого бізнесу.
15. Бізнес-моделі переорієнтації на стале підприємництво. Визначити переваги бізнес-моделі для сталого розвитку над традиційними підходами.
16. Алгоритм реалізації цілей сталого розвитку або переходу на стале підприємництво. Навести приклади переходу на стале підприємництво.
17. Обґрунтувати необхідність визначення екологічного сліду в процесі переходу на стале підприємництво.
18. Типи оцінки життєвого циклу продукції. Визначити інструменти, завдяки яким можна ефективно управляти життєвим циклом продукції.
19. Дати визначення поняттю «система екологічного менеджменту (СЕМ)». Визначити її роль у розвитку підприємства.
20. Процес впровадження системи екологічного менеджменту на підприємстві. Окреслити очікувані результати від такого впровадження.
21. Дати визначення поняттю «екологічна стандартизація». Проаналізувати систему стандартів у сфері охорони навколишнього середовища в Україні.
22. Стандарти серії ISO. Визначити їх роль у досягненні цілей сталого розвитку.
23. Дати визначення поняттю «екологічна сертифікація». Визначити роль екологічного маркування продукції у підвищенні еколого-економічних показників підприємства.
24. Дати визначення поняттю «екологічний аудит». Зазначити, хто є об'єктами та суб'єктами екологічного аудиту. Порівняти «екологічний аудит» з «оцінкою впливу на довкілля».
25. Мета та завдання, критерії та принципи екологічного аудиту. Зазначити випадки, у яких екологічний аудит є обов'язковим.
26. Основні джерела утворення відходів на виробництвах. Які методи утилізації відходів застосовують на сьогоднішній день? Визначте їх переваги та недоліки.
27. Екологічний податок та його роль у підвищенні ефективності природоохоронної діяльності.
28. Безвідходні технології, як основа циркулярної економіки. Наведіть приклади.

29. Економічна оцінка природних ресурсів та її роль у забезпеченні ощадливого природокористування.

30. Класифікувати методи очищення пилогазових викидів в атмосферне повітря. Визначити критерії, за якими варто здійснювати вибір обладнання для очищення або попередження пилогазових викидів.

31. Класифікувати методи очищення стічних вод. Визначити критерії, за якими варто здійснювати вибір обладнання для очищення стічних вод підприємства або попередження їх забруднення.

32. Класифікувати методи утилізації відходів виробництва. Навести приклади замкнених циклів функціонування підприємств.

33. Рекуперація пилогазових викидів. Навести приклади.

34. Проаналізувати підхід до очищення промислових стічних вод відходами виробництва та видобутку. Навести можливі приклади.

35. Проаналізувати переваги та недоліки створення замкнених циклів водопостачання.

36. Визначити відмінності між поняттями: «рециклінг», «регенерація» та «рекуперація».

37. Навести приклади перероблення відходів з отриманням цільового продукту. Визначити переваги такого підходу.

38. Навести приклади використання відходів у якості сорбентів для вилучення (поглинання) політантів. Визначити переваги такого підходу.

39. Проаналізувати економічні заходи забезпечення (стимулювання) екологізації виробництва.

40. Рентна плата та її роль у забезпеченні ощадливого природокористування.

41. Еколого-економічна ефективність природоохоронних заходів. Окреслити шляхи її підвищення.

42. Проаналізувати міжнародний досвід екологізації виробництва.