



# Інженерна екологія енергетики

## Робоча програма навчальної дисципліни (силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>142 Енергетичне машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Інженерія і комп'ютерні технології теплоенергетичних систем</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2 кредити ЄКТС (60 годин), 18 години лекцій, 18 годин практичні заняття, 24 годин самостійна робота</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, enovakivsky@gmail.com</i> <i>Практичні заняття: к.т.н., доцент, Новаківський Євген Валерійович, enovakivsky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<a href="https://login.kpi.ua">https://login.kpi.ua</a> , <a href="https://do.ipo.kpi.ua/">https://do.ipo.kpi.ua/</a> <a href="http://surl.li/hhllt">http://surl.li/hhllt</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни

*Інженерна екологія енергетики*

Енергетика та процеси генерації теплоти та електроенергії пов'язана з забрудненням навколишнього середовища. Для аналізу впливу теплоенергетичних процесів та атомних станцій на навколишнє середовище та зменшення його значення необхідно знати методи оцінки впливу, основні типи забруднювачів, та методи пригнічення утворення та уловлення забруднюючих речовин.

Для забезпечення високих техніко-економічних показників теплоенергетичного обладнання з одного боку, а з іншого – допустимий вплив на навколишнє середовище необхідні знання особливостей утворення шкідливих речовин, допустимих концентрації та методів пригнічення та уловлення шкідливих речовин.

Отже, розуміння основ екології дозволить фахівцю вирішувати складні інженерні задачі з урахуванням сучасних екологічних стандартів.

Метою навчальної дисципліни є формування здатностей (компетентностей), які студент набуде після вивчення дисципліни:

**ЗК9.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК10.** Здатність працювати в команді.

**ЗК14.** Навички здійснення безпечної діяльності.

**ЗК16.** Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

**ПРН 3.** Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

**ПРН 6.** Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування.

**ПРН 8.** Виконувати літературний огляд, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань спеціальності 142 Енергетичне машинобудування відповідних спеціалізацій.

**ПРН 14.** Застосовувати норми інженерної практики відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

**ПРН 16.** Отримувати й інтерпретувати відповідні дані і аналізувати складності в межах спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування для донесення суджень, які відображають відповідні соціальні та етичні проблеми.

**ПРН 17.** Управляти професійною діяльністю, приймати участь у роботі над проектами відповідно до спеціалізацій спеціальності 142 Енергетичне машинобудування, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

**ПРН 22.** Класифікувати теплообмінне обладнання за різними ознаками і відповідно до заданих умов роботи теплообмінного обладнання, вибирати паливо і теплоносії, використовувати стандартні методики для виконання конструкторських і повіркових розрахунків тепло- і парогенеруючих установок і теплоенергетичного обладнання.

**ПРН 24.** Розуміти принципи технологічних процесів виробництва, які мають негативний вплив на довкілля та застосовувати заходи, щодо зменшення цього впливу.

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

Пререквізити: Хімія.

Постреквізити: Переддипломна практика, Дипломне проектування.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### Розділ 1. Основи екології.

Тема 1.1. Вступ. Основні поняття екології.

Тема 1.2. Основні чинники впливу на навколишнє середовище.

Тема 1.3 Концентрація шкідливих речовин. Поняття ГДК

### Розділ 2. Основні чинники забруднення на атомних станціях.

Тема 2.1 Екологія в атомній енергетиці.

Тема 2.2 Поводження з радіоактивними відходами.

Тема 2.3 Вплив на навколишнє середовище відпрацьованого ядерного палива.

Тема 2.4 Теплове забруднення навколишнє середовище.

Тема 2.5 Скидні води атомних станції.

Тема 2.6 Забруднення повітряного басейну на атомних станціях

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### Базова (підручники, навчальні посібники) література

- 1 Лук'янова Л.Б. Основи екології, методика екологізації фахових дисциплін: Навчально-методичний посібник для викладачів. – Вид. 2-ге змінене і доповнене. – Київ : ТОВ «ДСК – Центр». – 210 с.
2. Ткаченко С.Й. Котельні установки: електронний навчальний посібник / С.Й Ткаченко, Д.В. Степанов, Л.А. Бондар. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 187 с.
3. Носовський А.В. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник. / А.В. Носовський, Б.М. Бондар Київ: Фенікс, 2020. – 408с. – (Серія «Безпека атомних станцій»)..
4. Поводження з радіоактивними відходами / А.В.Носовский, З.М.Алексеева, Г.П.Борозенець та ін.; За ред.А.В.Носовського.. – К.: Техніка, 2007. – С.84-135. 2.

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

#### Лекційні заняття

\*

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Розділ 1. Основи екології</b>	
1.	Тема 1.1. Вступ. Основні поняття екології. <b>Лекція № 1.</b> Введення до курсу. Загальні поняття про екологію. Нормативно правові акти України та Міжнародних організацій.
2.	<b>Тема 1.2</b> Основні чинники впливу на навколишнє середовище <b>Лекція 2.</b> Основні типи забруднювачів навколишнього середовища .
3.	<b>Тема 1.3.</b> Тема 1.3 Концентрація шкідливих речовин. Поняття ГДК. <b>Лекція 3.</b> Поняття концентрації шкідливих речовин. Поняття гранично допустимих викидів. Поняття гранично допустимих концентрації.
<b>Розділ 2. Основні чинники забруднення на атомних станціях.</b>	
4.	<b>Тема 2.1 Екологія в атомній енергетиці.</b> <b>Лекція 4.</b> Основи атомної енергетики та її вплив на навколишнє середовище .
5.	<b>Тема 2.3 Вплив на навколишнє середовище відпрацьованого ядерного палива.</b> <b>Лекція 5.</b> Мокре зберігання відпрацьованого ядерного палива. Основні чинники впливу на навколишнє середовище
6.	<b>Лекція 6.</b> Сухе зберігання відпрацьованого ядерного палива. Основні чинники впливу на навколишнє середовище <b>Модульна контрольна робота, частина I</b>
7.	<b>Тема 2.4 Теплове забруднення навколишнє середовище.</b> Лекція 7. Теплове забруднення атомних станції природа. Причини теплового забруднення. Шляхи зменшення, як це тепло розсіюється в навколишнє середовище.
8.	<b>Тема 2.5 Скидні води атомних станції</b> Лекція 8. Скидні води атомних станції. Причини появи скидних вод. Вплив на навколишнє середовище.
9.	<b>Тема 2.6 Забруднення повітряного басейну на атомних станціях</b> Лекція 9. Основні чинники забруднення повітряного басейну навколо атомних станції. Шляхи зменшення повітряних викидів атомних станції та їх пригнічення. <b>Модульна контрольна робота, частина II</b>

**Практичні заняття**

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
<b>Розділ 1. Основи екології</b>	
<b>Тема 1.3.</b> Тема 1.3 Концентрація шкідливих речовин. Поняття ГДК.	
1,2	Поняття концентрації шкідливих речовин. Поняття гранично допустимих викидів. Поняття гранично допустимих концентрації
<b>Розділ 2. Основні чинники забруднення на атомних станціях.</b>	
3	Розрахунок теплового забруднення атомних станції.
4	Захист рефератів
5	Захист рефератів
6	Захист рефератів
8	<b>Захист рефератів</b>
9	<b>Залік - 2 години</b>

## 6. Самостійна робота студента

Згідно навчального плану для опанування матеріалу дисципліни передбачено виконання певних теоретичних і практичних завдань у вигляді виконання рефератів та захисту на практичних роботах

1. Вплив ядерних аварій на екосистеми і здоров'я людей.
2. Управління та зберігання радіоактивних відходів в атомній енергетиці
3. Порівняння вугільної та атомної енергетики: екологічний аспект
4. Розвиток альтернативних джерел енергії як шлях до полегшення екологічних проблем атомної енергетики
5. Порівняння кількості викидів парникових газів для атомної та вугільної енергетики.
6. Вплив радіаційного забруднення на водну екосистему.
7. Технології відновлення після ядерних аварій та їх вплив на середовище.
8. Спільне використання відновлюваних джерел енергії та атомної енергетики.
9. Вплив радіаційного забруднення на повітряний басейн.
10. Вплив радіаційного забруднення на морські екосистеми: атомна енергетика та природі.
10. Вплив радіаційного забруднення від ядерних електростанцій на ґрунт і рослинність.
  
12. Методи контролю гранично допустимих викидів.
13. Вплив гранично допустимих викидів на навколишнє середовище.
14. Аналіз впливу гранично допустимих викидів радіаційних забруднень на екологію та здоров'я населення.
15. Перевірка додержання гранично допустимих викидів радіаційних забруднень на прикладі конкретної ядерної установи
16. Застосування сучасних технологій для моніторингу та контролю гранично допустимих викидів радіаційних забруднень.
17. Порівняння стандартів гранично допустимих викидів радіоактивних речовин в різних країнах та їх вплив на міжнародні відносини.
18. Важливість співпраці між державними органами та промисловими підприємствами для забезпечення контролю гранично допустимих викидів радіаційних забруднень.
19. Перспективи розвитку стандартів гранично допустимих викидів радіоактивних речовин у майбутньому.
20. Аналіз методів сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива та їх порівняння зі зберіганням у басейнах з водою.
21. Технології та системи безпеки при сухому зберіганні відпрацьованого ядерного палива.
22. Вплив сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива на навколишнє середовище та здоров'я людей.
23. Переваги та недоліки сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива у порівнянні зі зберіганням у басейнах з водою.
24. Інноваційні підходи до сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива і їх застосування в сучасних ядерних установках.
25. Правові аспекти та міжнародні стандарти щодо сухого зберігання відпрацьованого ядерного палива.
26. Вплив скидних вод атомних станцій на водні ресурси та екологію річок, озер та морів.
27. Методи очищення та обробки скидних вод від атомних станцій з метою зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.
28. Аналіз правових аспектів та міжнародних стандартів щодо скиду вод з атомних електростанцій.
29. Використання новітніх технологій у обробці скидних вод атомних станцій для мінімізації ризику забруднення водних об'єктів.
30. Роль державних регуляторів у контролі за скидами вод з атомних станцій та забезпечення дотримання вимог щодо якості води.
31. Перспективи розвитку технологій та методів очищення скидних вод атомних станцій з урахуванням принципів сталого розвитку та збереження водних ресурсів.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- готовність відповідей при опитуванні;
- активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення мобільних телефонів; відповідно до завдання викладача використання засобів зв'язку для пошуку інформації в Інтернеті;
- заохочувальні бали надаються у відповідності до «системи оцінювання результатів навчання», штрафні бали є засобом протидії плагіату та несвоєчасному виконанню завдань;
- політика дедлайнів та перескладань полягає у виконанні поточних модульних робіт, завдань практичних занять і СРС до початку сесії;
- політика щодо академічної доброчесності відповідає загальним положенням, прийнятим у «КПІ ім. Сікорського» (детальніше: <https://kpi.ua/code>);
- політика навчальної дисципліни спрямована на розвиток індивідуальних здібностей в напрямку набуття компетентностей щодо створення та модернізації сучасних енергетичних систем, унікального обладнання в енергетичній галузі, а також в напрямку розширення сфер застосування отриманих знань, умінь і досвіду;
- за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

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

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР (дві частини);
- підготовка та захист рефератів
- відповідь на заліку.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) дві відповіді в середньому на кожного студента на лекційних і практичних заняттях (на одному занятті опитуються приблизно 2 студенти; при середній чисельності групи 10 осіб, дев'ять лекцій:  $2 \cdot 9 / 10 \approx 2$  відповіді);
- 2) підготовка рефератів;
- 3) виконання МКР (дві частини);
- 4) відповідь на заліку при виконанні умов допуску і бажанні студента підвищити оцінку.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

### 1. Робота на заняттях (відповіді на лекційних та практичних заняттях)

Ваговий бал — 10. Максимальна кількість балів студента за дев'ять занять:  $r_{1л} = 2 \text{ бал} \times 10 = 20 \text{ балів}$ . Виконане завдання надається викладачу у вигляді конспекту.

*Критерії оцінювання:*

*Критерії оцінювання:* **10 бали** — в повному об'ємі, вчасно але з несуттєвими недоліками виконане завдання; **8 бали** — в повному об'ємі, вчасно але з суттєвими недоліками виконане завдання; **6 бали** — в повному об'ємі, але не вчасно та з несуттєвими недоліками виконане завдання; **4 бал** — в не повному об'ємі, не вчасно та з суттєвими недоліками виконане завдання; **0 балів** — не вчасно, або не вірно виконане завдання.

### 2. Підготовка та захист реферату

Ваговий бал — 40. Максимальна кількість балів студента:  $r_{1пр} = 20 \text{ бали} \times 1 = 40 \text{ балів}$ .

*Критерії оцінювання:*

Виконане завдання надається викладачу на перевірку у електронному вигляді ( формат xls або xlsx) , виконання практичних робіт обов'язкове.

*Критерії оцінювання:* **40 бали** — реферат охайно оформлено, підготовлена презентація, вчасно здано та захищена викладачу, **30 бали** — реферат охайно оформлено, підготовлена презентація, вчасно здано та захищена викладачу, але є зауваження, **20 бал** — реферат охайно оформлено, підготовлена презентація, здано але не захищено викладачу.

*Заохочувальні бали:*

- студент, котрий своєчасно і в повному обсязі виконав та захистив практичні роботи — **(+1) бал**.

### 3. Модульна контрольна робота (МКР)

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини — 10. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює  $r_2 = 2 \times 10 = 40 \text{ балів}$ .

*Критерії оцінювання:*

**10 балів** — повна вірна відповідь на завдання; **9-7 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **6-4 бали** — неповна відповідь; **10-12 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **2--3 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Максимальна кількість балів  $r_1 = r_{1л} + r_{1пр} + r_{1СРС} = 12 + 28 + 40 = 80$  балів.

#### **4. Відповіді на заліку**

Залік проводиться усній формі. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Перші два теоретичних питання оцінюються по 7 балів, а третє – 6 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу: **7+7+6 = 20 балів**.

*Критерії оцінювання:*

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – **7 (6) балів**;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – **5-6 (4-5) балів**;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – **3-4 (2-3) балів**;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше **3 (1) балів**.

#### **Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни ( $R_D$ ):**

Сума вагових балів контрольних заходів в семестрі (стартовий рейтинг) складає:

$$R_C = r_1 + r_2.$$

де  $r_i$  — рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

**Максимально можливий стартовий рейтинг:  $R_C = 80+20 = 100$  балів.**

Необхідною умовою допуску до заліку є позитивна оцінка з виконання всіх завдань СРС та стартовий рейтинг не менше  $0,25 \times R_C = 25$  балів.

Якщо в продовж семестру студент отримав більше 60 балів, він має право отримати оцінку «автоматом» згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою (див. нижче).

Студенти, які набрали в семестрі рейтинг з дисципліни менше, ніж 25 балів або не виконали умов допуску на залік, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Залікова складова  $R_3$  шкали дорівнює:  **$R_3 = 40$  балів** (не враховуються бали з СРС)

Якщо студент бажає підвищити свій заліковий бал отриманий за семестр, він складає залік. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (у стартовій складовій не враховуються бали за СРС по лекційному курсу) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_C + R_3 = 80 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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

#### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають право і можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами (детальніше: [https://osvita.kpi.ua/2020\\_7-170](https://osvita.kpi.ua/2020_7-170), [https://document.kpi.ua/files/2020\\_7-170.pdf](https://document.kpi.ua/files/2020_7-170.pdf)).

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (детальніше: [https:// kpi.ua/code](https://kpi.ua/code)).

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### 1. Дистанційне навчання:

В умовах дистанційного режиму організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський» та «Електронний кампус». Навчальний процес у дистанційному режимі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять. Заняття проходять з використанням сучасних ресурсів проведення онлайн-зустрічей (організація відео-конференцій на платформі Zoom).

### 2. Навчання в умовах правового режиму воєнного стану:

– передбачає проведення усіх видів занять дистанційно (з використанням синхронної або асинхронної моделі освітньої взаємодії), у відповідності до Регламенту організації освітнього процесу в дистанційному режимі та Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

– кінцеві терміни виконання індивідуальних завдань і завдань самостійної роботи переносяться на кінець семестру (з обов'язковим виконанням і захистом);

– у рейтингову систему оцінювання вносяться зміни стосовно нарахування штрафних балів за не своєчасне виконання завдань: штрафні бали не нараховуються.

3. Для студентів існує можливість зарахування (у вигляді додаткових балів до рейтингу до 20 балів):

- сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за тематикою дисципліни;
- сертифікатів, які підтверджують участь у науково–практичних і наукових конференціях за тематикою дисципліни;
- публікація статті у науковому журналі за тематикою дисципліни.

## Додаток 1

### Розділ 1. Основи екології.

Тема 1.1. Вступ. Основні поняття екології.

Тема 1.2. Основні чинники впливу на навколишнє середовище.

Тема 1.3 Концентрація шкідливих речовин. Поняття ГДК

### Розділ 2. Основні чинники забруднення на атомних станціях.

Тема 2.1 Екологія в атомній енергетиці.

Тема 2.2 Поводження з радіоактивними відходами.

Тема 2.3 Вплив на навколишнє середовище відпрацьованого ядерного палива.

Тема 2.4 Теплове забруднення навколишнє середовище.

Тема 2.5 Скидні води атомних станції.

Тема 2.6 Забруднення повітряного басейну на атомних станціях

## **Список теоретичних питань до модульної контрольної роботи**

### Частина I

1. Основні поняття екології.
2. Що таке вплив на навколишнє середовище.
3. Що таке гранично допустимі викиди.
4. Основні чинники на атомних станціях що впливають на навколишнє середовище.
5. Що таке радіоактивні речовини.

### Частина II

1. Що таке теплове забруднення від атомних станції.
2. Що таке скидні води на атомних станціях.
3. Мокре зберігання відпрацьованого ядерного палива .
4. Сухе зберігання ядерного палива.
5. Забруднення повітряного басейну на атомних станціях

**Список теоретичних питань до залікової роботи**

1. Основні поняття екології.
2. Що таке вплив на навколишнє середовище.
3. Що таке гранично допустимі викиди.
4. Основні чинники на атомних станціях що впливають на навколишнє середовище.
6. Що таке радіоактивні речовини.
7. Що таке теплове забруднення від атомних станції.
8. Що таке скидні води на атомних станціях.
9. Мокре зберігання відпрацьованого ядерного палива .
10. Сухе зберігання ядерного палива.
11. Забруднення повітряного басену на атомних станціях

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** к.т.н., доцентом, Новаківським Євгеном Валерійовичем

**Ухвалено:** кафедрою АЕ (протокол № 20 від 12.06. 2024 р.)

**Погоджено:** Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 10 від 25. 06. 2024 р.)