



Екологічні аспекти об'єктів атомної 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>143 Атомна енергетика</i>
Освітня програма	<i>Атомні електричні станції</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 МКР</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	http://roz.kpi.ua/
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	https://login.kpi.ua , https://do.ipk.kpi.ua/ https://drive.google.com/drive

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 концентрацій 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:

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК 8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

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

ПРН 14. Управляти проектами в одному з напрямів атомної енергетики, беручи на себе відповідальність за прийняття рішень.

ПРН 15. Вміти обмінюватися інформацією, ідеями, проблемами та рішеннями з інженерним співтовариством і суспільством загалом, доносити до фахівців і нефахівців результати досліджень і судження, які відображають відповідні технічні, соціальні та етичні проблеми.

ПРН 17. Презентувати та обговорювати проблеми атомної енергетики, результати досліджень і розробок державною та іноземною мовами.

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

Пререквезити: Хімія.

Постреквезити: 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 станцій.

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. Інженерна екологія : підручник / В. М. Ісаєнко, К. О. Бабікова, Ю. М. Саталкін, М. С. Романов ; за заг. ред. д-ра біол. наук, проф. В. М. Ісаєнка. — 2-е вид., актуалізоване на принципах сприяння сталому інноваційному розвитку та засадах синергетичного і компетентнісного підходів. — Київ : НАУ, 2019. — 452 с.

3. Поводження з радіоактивними відходами / А.В.Носовський, З.М.Алексєєва, Г.П.Борозенець та ін.; За ред. А.В.Носовського.. – К.: Техніка, 2007. – С.84-135. 2.

Додаткова

1.Ткаченко С.Й. Котельні установки: електронний навчальний посібник / С.Й Ткаченко, Д.В. Степанов, Л.А. Бондар. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 187 с.

2. Носовський А.В. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник. / А.В. Носовський, Б.М. Бондар Київ: Фенікс, 2020. – 408с. – (Серія «Безпека атомних станцій»)..

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

*

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Розділ 1. Основи екології	
Тема 1.2 Основні чинники впливу на навколишнє середовище	
1,2	Поняття концентрації шкідливих речовин. Поняття гранично допустимих викидів. Поняття гранично допустимих концентрацій
Розділ 2. Основні чинники забруднення на атомних станціях.	
3	Розрахунок теплового забруднення атомних станцій.
4,5	Розрахунок потреби води та скиду солей на електростанціях
6	Розрахунок випарної установки для зменшення об'ємів радіоактивних вод

8	Розрахунок граничнодопустимих викидів для різних висот димових труб
9	Захист практичних робіт

6. Самостійна робота студента

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

Теми СРС	Кількість годин
----------	-----------------

1. Вплив ядерних аварій на екосистеми і здоров'я людей.	2
2. Управління та зберігання радіоактивних відходів в атомній енергетиці	2
3. Порівняння вугільної та атомної енергетики: екологічний аспект	2
4. Розвиток альтернативних джерел енергії як шлях до полегшення екологічних проблем атомної енергетики	2
5. Порівняння кількості викидів парникових газів для атомної та вугільної енергетики.	2
6. Вплив радіаційного забруднення на водну екосистему.	2
7. Технології відновлення після ядерних аварій та їх вплив на середовище.	2
8. Спільне використання відновлюваних джерел енергії та атомної енергетики.	2
9. Вплив радіаційного забруднення на повітряний басейн.	2
10. Вплив радіаційного забруднення на морські екосистеми: атомна енергетика та природі.	2
МКР	4
Залік	6
Всього	24

Політика та контроль

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:

- виконання та захист практичних робіт;
- виконання МКР;
- календарний контроль (проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог PCO);
- відповідь на заліку.

За результатами навчальної роботи за перші 6 тижнів «ідеальний студент» має набрати 38 балів. На першій атестації (7-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 18 балів.

За результатами 12 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 72 балів. На другій атестації (13-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не 36.

Рейтинг з дисципліни враховує роботу студента продовж семестру та рівень знань і навичок, виявлених ним на заліку.

Рейтинг з дисципліни формується як сума балів, нарахованих студенту за:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР (дві частини);
- захист практичних робіт;

Види контролю знань студента з дисципліни:

- відповіді на лекційних та практичних заняттях;
- виконання МКР (дві частини);
- виконання та захист практичних робіт;

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Відповідь на запитання на лекційних та практичних роботах (Рлпр):

Ваговий бал — 3. Максимальна кількість балів студента на всіх заняттях: $r_1 = 3 \text{ бали} \times 4 = 12 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

3 бали — повна вірна відповідь на поставлене запитання; **2 бали** — відповідь має несуттєві похибки; **1 бал** — неповна відповідь; **0 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді.

2. Виконання та захист практичних робіт (Рпр):

Ваговий бал — 4. Максимальна кількість балів студента: $r_{1пр} = 4 \text{ бали} \times 7 = 28 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

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

Критерії оцінювання: **4 бали** — практична виконана в повному об'ємі, здана та захищена викладачу, **2 бали** — практична виконана в повному об'ємі, вчасно здана та не захищена викладачу, **1 бал** — практична виконана не в повному об'ємі або невчасно вчасно здана та не захищена викладачу.

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

3. Модульна контрольна робота (МКР-(Рмкр))

Проводиться дві частини МКР. Ваговий бал кожної частини — 30. Максимальна кількість балів за МКР дорівнює $r_2 = 2 \times 30 = 60 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

29-30 балів — повна вірна відповідь на завдання; **24..27 бали** — відповідь має несуттєві помилки; **19...23 бали** — неповна відповідь; **15..18 бали** — неповна відповідь з несуттєвими недоліками; **0...15 балів** — наявність суттєвих помилок в неповній відповіді або відсутність відповіді, МКР не зараховано.

Максимальна кількість балів $R = R_{пр} + R_{лпр} + R_{мкр} = 12 + 28 + 60 = 100 \text{ балів}$.

Заохочувальні бали

- участь у наукових та/або науково-практичних конференціях, семінарах, симпозиумах за тематикою курсу — 5 балів (при умові виконання практичних робіт).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконані та захищені практичні роботи, виконання МКР та загальний бал за всі види робіт не менше 25 балів.

До заліку допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 25 балів. За результатами заліку студент може набрати 60 балів.

В разі підвищення оцінки застосовується «м'яка» РСО – здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом

Студенти виконують і захищають залікову роботу, яка складається з трьох теоретичних питань.

Залік проводиться в усній формі. Перелік питань наведений у додатку до силабусу дисципліни. Всі питання оцінюються по 20 балів. Тобто, максимальна кількість балів за виконану залікову роботу: $R_z = 20 + 20 + 20 = 60$ балів.

Критерії оцінювання:

Кожне питання залікової роботи оцінюється згідно до системи оцінювання:

- правильне раціональне рішення, або повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 18-20 балів;
- достатньо повна відповідь, правильне рішення (не менше 70% потрібної інформації, або незначні неточності) – 15-19 балів;
- неповна відповідь, рішення з помилками (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 10-14 балів;
- незадовільна відповідь, або відсутність рішення (менше 60% потрібної інформації та помилки) – менше 10 балів.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Таким чином, максимальна кількість балів за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_c = R_{np} + R_{лпp} + R_z + R_3 = 28 + 12 + 60 = 100 \text{ балів},$$

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: $R_c = 40$ балів (не враховуються бали з МКР)

Якщо студент бажає підвищити свій заліковий бал отриманий за семестр, він складає залік. Здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи, при цьому рейтингові бали анулюються окрім балів за індивідуальне завдання.

Таким чином, максимальна кількість балів при здачі заліку (у стартовій складовій не враховуються бали за модульні контрольні) за рейтинговою шкалою з дисципліни складає

$$R_D = R_c + R_3 = 60 + 40 = 100 \text{ балів}.$$

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

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://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>).

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 станцій.

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 станцій.
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

Додаток 2

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 станцій.
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 доцентом кафедри *Новаківським Євгеном Валерійвичем*,

Ухвалено: кафедрою АЕ (протокол № 26 від 23.06. 2025 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІАТЕ (протокол № 9 від 27. 06. 2025 р.)