



Екологічні аспекти теплоенергетики

Низьковуглецева теплоенергетика

Воднева енергетика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>14 Електронна інженерія</i>
Спеціальність	<i>144 Теплоенергетика</i>
Освітня програма	<i>Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредитів ЄКТС (лекційні заняття – 20 год., практичні заняття – 10 год., СРС – 120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: к.т.н. акад. АБ України Сігал Олександр Ісакович, sigal@engecology.com чл.-кор. НАН України, д.т.н., проф. Басок Борис Іванович, borys.basok@gmail.com чл.-кор. НАН України, д.т.н., Гелетуха Георгій Гергієвич, georgii.geletukha@gmail.com Семінарські: к.т.н. акад. АБ України Сігал Олександр Ісакович
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Основною метою навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики. Низьковуглецева теплоенергетика. Воднева енергетика» є отримання аспірантами знань з екологічних проблем теплоенергетики та шляхи їх розв'язань. Прослухавши курс аспірантури будуть вміти самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати задачі низько вуглецевої та вогневої теплоенергетики з пригнічення утворення токсичних речовин в паливоспалюючому обладнанні, методів та технічних засобів пило газоочищення, методів та засобів вимірювання. А також, виконувати дослідження і розрахунки, робити обґрунтовані висновки при дослідженні екологічних процесів в енергетичних установках та системах та нових джерелах енергії.

Програма навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики. Низьковуглецева теплоенергетика. Воднева енергетика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

Метою навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики. Низьковуглецева теплоенергетика. Воднева енергетика» є ознайомлення аспірантів з загальними основами досліджень процесів утворення шкідливих речовин при спалюванні, методами розрахунку їх обсягів, розроблення та впровадження заходів з енергоефективності та енергозбереження.

Компетентності:

ІК Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у теплоенергетичній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3 Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності

СК1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукові результати, які створюють нові знання у сфері теплоенергетики та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках

СК4 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень

СК5 Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

Програмні результати навчання:

ПРН1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій

ПРН3 Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, тощо і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані

ПРН6 Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів

ПРН8 Створювати методичне забезпечення, організовувати та проводити викладання професійно-орієнтованих дисциплін теплоенергетики на рівні, що відповідає вимогам вищої школи

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

Вивчення курсу «Екологічні аспекти теплоенергетики» базується, на таких курсах: «Неорганічна хімія», «Фізика», «Теорія горіння», «Хімічна фізика». Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Екологічні аспекти теплоенергетики» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї **дисципліни**.

Розділ 1 Екологічне законодавство ЄС та України.

Тема 1.1 Імплементация Україною стратегії та планів екологічного законодавства ЄС

Тема 1.2 Національний план скорочення викидів (НПСВ)

Розділ 2 Зміна клімату та кліматичне законодавство.

Тема 2.1 СТВ

Тема 2.2 СВМ

Розділ 3 Екологія енергетики.

Тема 3.1 Сонячної

Тема 3.2 Вітряної

Тема 3.3 Геотермальної

Тема 3.4 Біомаса

Тема 3.5 Біогаз та штучні гази

Тема 3.6 Вугільна

Тема 3.7 Газ та мазут

Тема 3.8 Паливо з ТПВ

Розділ 4 Екологія теплоенергетики.

Тема 4.1 Основні забруднюючі речовини та їх утворення.

4.1.1. Оксиди азоту (механізм утворення оксидів азоту при горінні)

4.1.2. Оксиди сірки

4.1.3. Пил та зола

Тема 4.2 Воднева енергетика

Розділ 5. Методи запобігання утворенню оксидів азоту.

Розділ 6. Методи приладного контролю.

Розділ 7. Методи газоочищення.

Розділ 8. Водогрійні, парові котли, газові турбіни, газопоршневі двигуни, викиди та методи зниження.

Розділ 9. Основи енергетичного та енерго-екологічного аудиту в теплоенергетиці.

Розділ 10. Екологічна безпека.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. ДБН В. 2.5-77:2014 Котельні. (2015). Чинний від 2015-01-01. Видавництво офіц. Київ. Мінрегіон.
2. В.М. Клименко, А.І. Мазур, П.П. Сабашук. (2008). Когенераційні системи з тепловими двигунами.- В ч1. Загальні питання когенераційних технологій.- Київ ІПЦ АЛКОН НАН України, С. 371-390.
3. Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Дубовський С.В.. Енергетика і глобальне потепління. Київ. Наукова думка. 2023. 170 с. ISBN 978-966-00-1841-9
4. За заг. ред. С.О. Кудрі. (2020). Відновлювані джерела енергії. Монографія. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. 392 с
5. Енергетична стратегія України на період до 2035 року. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minuqol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555
6. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок. (2017). Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 796-р. Урядовий кур'єр від 30.11.2017 –№ 226.
7. Hydrogen Strategy. A for a climate neutral Europe (2020). URL:https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/865942/EU_Hydrogen_Strategy.pdf.pdf
8. Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 232 с.

Додаткова література:

9. Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Костогриз К.П., Ільєнко Б.К. Воднева енергетика і не тільки: «про» та «contra». Енерготехнології та ресурсозбереження. 2024. Т. 79. №2. С. 110-125.
10. Басок Б.І., Дубовський С.В., Пастушенко Е.П., Мороз М.В., Веремійчук Г.М. Активна утилізація теплоти димових газів біопаливного котла. Енерготехнології та ресурсозбереження. 2023. №4. С. 67-80.
11. Крижанівський Є. І. Екологічні проблеми енергетики / Є. І. Крижанівський, Г. В. Кошлак // Нафтогазова енергетика. - 2016. - № 1. - С. 80-90.
12. Долінський А. А. Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики / А. А. Долінський // Вісник Національної академії наук України. - 2006. - № 2. - С. 24-32.
13. I. Dubovkina, O. Sigal, V. Rikhte, N. Nizhnyk. (2022). Toxic substances formation in co-incineration process for food production. Ukrainian Food Journal Issue 4. P. 828-839.
14. S. Pryiomov, V. Shybetyskyi, S. Plashykhin, S. Kostyk, A. Safiants, K. Romanova, N. Nizhnyk. (2022). Increasing the energy efficiency of cyclone dust collectors. International Journal of Energy for a Clean Environment. Issue 1 (24). P. 81-96.
15. I. Tyshchenko, O. Sigal, N. Nizhnyk, A. Safiants. (2023). Prospects for the development of hydrogen energy. AIP Conference Proceedings Journal. V. 2684, Issue 1. P. 105-116.
16. Н.А. Ніжник, О.І. Сігал, С.В. Плашихін, А.С. Сафьянц. (2021). Проблематика використання водню в якості палива на підприємствах комунальної теплоенергетики України. Monograph-USA-Technical research and development. P. 474-480, Boston (USA).
17. О.І. Сігал, Н.А. Ніжник. (2020). Перспективи використання водню у промислових процесах спалювання. Теплофізика та теплоенергетика. – Т.42– №3. – С.68–75.
18. EC (2018). Heat Roadmap Europe 4 (Low-carbon Heating and Cooling strategies) <https://heatroadmap.eu>

19. Закон України Про охорону навколишнього природного середовища <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
20. КД 34.02.305-2002 Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення
21. Паризька угода https://unfccc.int/sites/default/files/English_paris_agreement.pdf
https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text
22. EU Emissions Trading System (EU ETS)
23. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en
<https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/zmina-klimatu/vprovadzhennya-systemy-torgivli-kvotamy-na-vykydy-parnykovykh-gaziv-stv/zaqalna-informatsiya-pro-stv/>
24. The European Green Deal <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/com-2019-640-final>.
25. Розпорядження КМУ від 7 грудня 2016 р. № 932-р «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року»
26. Стратегія низьковуглецевого розвитку України на період до 2050 року.
27. Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року.
28. Закон України від 12.12.2019 №337-IX «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів».
29. І.М. Карп, Є.Є. Нікітін, К.Є. П'яних, К.К. П'яних Заміщення природного газу альтернативними паливами / К. Наук. Думка, 2019, 232 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів на СРА з посиланням на літературу)
1	Розділ 1 Екологічне законодавство ЄС та України. Тема 1.1 Імплементация Україною стратегії та планів екологічного законодавства ЄС Тема 1.2 Національний план скорочення викидів (НПСВ) Література: [5], [6], [7], [18], [19], [20].
	Розділ 2 Зміна клімату та кліматичне законодавство. Тема 2.1 СТВ Тема 2.2 СВМ Література: [3], [9], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28].
	Розділ 3 Екологія енергетики. Тема 3.1 Сонячної Тема 3.2 Вітряної Тема 3.3 Геотермальної Тема 3.4 Біомаса

	Тема 3.5 Біогаз та штучні гази Тема 3.6 Вугільна Тема 3.7 Газ та мазут Тема 3.8 Паливо з ТПВ Література: [3], [4], [11], [12]
	Розділ 4 Екологія теплоенергетики. Література: [1], [4], [11], [7], [13], [14], [15], [16], [17], [29]
	Розділ 5. Методи запобігання утворенню оксидів азоту. Література: [2], [4], [13]
	Розділ 6. Методи приладного контролю. Література: [8], [13]
	Розділ 7. Методи газоочищення. Література: [8], [9], [10]
	Розділ 8. Водогрійні, парові котли, газові турбіни, газопоршневі двигуни, викиди та методи зниження. Література: [2], [8]
	Розділ 9. Основи енергетичного та енерго-екологічного аудиту в теплоенергетиці. Література: [9], [10]
	Розділ 10. Екологічна безпека. Література: [5], [6], [7]

5. Самостійна робота аспіранта

Завданням самостійної роботи аспірантів є навчити аспірантів самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал і осмислювати його.

На самостійну роботу відводяться наступні види завдань:

- обробка і осмислення інформації, отриманої безпосередньо на заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- підготовка до складання заліку.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- відвідування лекцій та практичних занять
- активність на практичних та лекційних заняттях, регулярна самостійна робота
- дотримання стандартів академічної доброчесності.
- відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, аспірантам рекомендується відвідувати усі види занять (як лекцій, так і практичних та лабораторні заняття);
- Moodle та інші інтернет ресурси, що надає викладач, тощо.

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття

Контроль на практичних заняттях: оцінка якості виконання практичних завдань

Семестровий контроль: залік

Поточний контроль: опитування за темою лекції. Максимальна кількість балів – 20.

Контроль на практичних заняттях.

Максимальна кількість балів – 32.

Лабораторні заняття.

Максимальна кількість балів – 8.

Семестровий контроль.:

Залік – 40 балів.

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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);*
- *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*
- *інша інформація для аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

к.т.н. акад. АБ України Сігал Олександр Ісакович

Ухвалено: Вченою радою ІТТФ НАН України (протокол №7 від 11 квітня 2024 р.)

