



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Енергозбереження, експлуатація та екологічність в енергетичному машинобудуванні



Шифр та назва спеціальності  
142 – Енергетичне машинобудування

Інститут  
ННІ енергетики, електроніки, електромеханіки

Освітня програма  
Енергетика

Кафедра  
Парогенераторобудування (121)

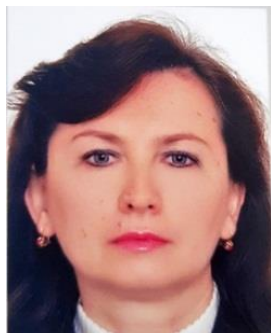
Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр  
6

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



**Тютюник Лариса Іванівна**

[Larysa.Tiutiunyk@kpi.edu.ua](mailto:Larysa.Tiutiunyk@kpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри  
Парогенераторобудування

Досвід роботи – 27 років. Автор більше 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Тепломасообмін в котлах та реакторах», «Основи теплообміну», «Енергозбереження та екологічність в енергетичному машинобудуванні»,

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

На сучасному етапі розвитку енергетики дуже важливою стає проблема її взаємодії з навколишнім середовищем. Екологічні умови функціонування енергетики пов'язані з унікальними масштабами матеріальної і теплової взаємодії з біосферою (атмосферою, гідросферою, літосферою). Це обумовлено тим, що, споживаючи величезну кількість первинних ресурсів у вигляді твердого, рідкого і газоподібного палива, енергетика разом з виробництвом електричної енергії і теплоти викидає в навколишнє середовище велику кількість відходів у вигляді газоподібних і твердих продуктів згорання. Відповідно до існуючих термодинамічних циклів ТЭС в навколишнє середовище надходить більше 60 % потенційної енергії палива: фізична теплота, що втрачається з відхідними газами, теплота нагрітої води. Крім цього, вироблені на ТЕС і АЕС електроенергія і теплота в процесі їх передачі і споживання також надходять у навколишнє середовище. У курсі послідовно охоплюється увесь комплекс робіт з проектування, виробництва, монтажу та наладки парогенераторів. .

## Мета та цілі дисципліни

Підготовка студентів до використання одержаних знань і навичок на стадії дипломного проектування і в подальшій професійній діяльності. Завдання вивчення дисципліни – знайомство студентів з проблемами охорони навколишнього середовища, що виникають в теплоенергетиці, із законодавством України і нормативами в області захисту навколишнього середовища, з основними сучасними методами і способами зниження шкідливих викидів в навколишнє середовище, придбання умінь і навичок в проведенні розрахунків концентрацій шкідливих речовин і рішенні практичних задач по їх зниженню.

## Формат занять

Лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., індивідуальне завдання - реферат. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

ЗК 3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 16. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК 1. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.

ФК 5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК 7. Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.

ФК 8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

## Результати навчання

ПР 5. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

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

ПР 15. Розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., іспит - 2 год, самостійна робота – 70 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Знання, навички, необхідні для успішного проходження курсу з дисциплін: " ТЕС і АЕС", " Топочні процеси та пристрої", "Фізика".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Енергетика є основним рушійним чинником розвитку всіх галузей промисловості, комунального і сільського господарства, служить базою підвищення продуктивності і добробуту населення. Вона має найбільш високі темпи розвитку і масштаби виробництва. Саме тому темпи науково-

технічного прогресу і поліпшення умов праці значною мірою визначаються станом енергетики і у всіх країнах світу їй приділяється величезна увага. На сучасному етапі розвитку енергетики дуже важливою стає проблема її взаємодії з навколишнім середовищем. Екологічні умови функціонування енергетики пов'язані з унікальними масштабами матеріальної і теплової взаємодії з біосферою (атмосферою, гідросферою, літосферою). Це обумовлено тим, що, споживаючи величезну кількість первинних ресурсів у вигляді твердого, рідкого і газоподібного палив, енергетика разом з виробництвом електричної енергії і теплоти викидає в навколишнє середовище велику кількість відходів у вигляді газоподібних і твердих продуктів згорання. Відповідно до існуючих термодинамічних циклів ТЭС в навколишнє середовище надходить більше 60 % потенційної енергії палива: фізична теплота, що втрачається з відхідними газами, теплота нагрітої води. Крім цього, вироблені на ТЭС і АЕС електроенергія і теплота в процесі їх передачі і споживання також надходять у навколишнє середовище. Слід зазначити також, що у зв'язку з розвитком ядерної енергетики відбулася зміна у взаємодії енергетики з навколишнім середовищем у бік зниження забруднення навколишнього середовища продуктами згорання і золошлаковими відходами, але при цьому виникли викиди АЕС, не менш небезпечні за впливом на біосферу, ніж викиди ТЭС. Оскільки органічне паливо поки що є основним джерелом виробництва електроенергії і теплоти, то для запобігання збільшенню викидів шкідливих домішок необхідні істотні витрати засобів і сил для розробки і впровадження економічно прийнятних способів охорони навколишнього середовища. Важливою стороною проблеми взаємодії енергетики і навколишнього середовища є і все більш зростаючий зворотний вплив – навколишнє середовище диктує умови ухвалення технічних рішень при проектуванні підприємств енергетики: вибір типу і одиничних потужностей енергетичного устаткування, вибір місця будівництва ТЭС, ГЕС, АЕС та ін. Необхідно відзначити, що проблема захисту навколишнього середовища від шкідливих викидів енергетики а також інших галузей промисловості за своїми масштабами є як національною, так глобальною, оскільки поширення викидів не має меж. Тому при ООН, МІРЕК і інших міжнародних організаціях створені спеціальні органи для вивчення, обговорення, аналізу екологічних проблем і укладення міжнародних договорів. Таким чином, на сучасному етапі розвитку енергетики проблема її взаємодії з навколишнім середовищем є вельми гострою, багатобічною і вимагає особливої уваги. Прискорення науково-технічного прогресу у всіх країнах світу потребує постійного збільшення виробництва та споживання енергетичних ресурсів і енергії, що в свою чергу викликає збільшення споживання органічного палива, запаси якого зменшуються. Постійно зростаючі ціни на природні ресурси та проблеми їх отримання призводить до зниження використання органічного палива, енергозбереженню та використанню нетрадиційних відновлюючих джерел енергії. Завдання вивчення дисципліни – знайомство студентів з проблемами охорони навколишнього середовища, що виникають в теплоенергетиці, із законодавством України і нормативами в області захисту навколишнього середовища, з основними сучасними методами і способами зниження шкідливих викидів в навколишнє середовище, придбання умінь і навичок в проведенні розрахунків концентрацій шкідливих речовин і рішенні практичних задач по їх зниженню.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

Тема 1 Енергетика України – це стратегічна галузь національної економіки

Тема 2 Вплив загальної економічної кризи на стан в енергетичній галузі

Тема 3 Першочергові та перспективні заходи щодо стабілізації і забезпечення поступального розвитку енергетичної галузі.

Тема 4 Загальна характеристика енергетичної галузі України.

Тема 5 Сучасний стан основних генеруючих потужностей теплоенергетики України.

Тема 6. Паливне забезпечення ТЭС і АЕС.

Тема 7. . Методи і підходи до реабілітації діючих ТЭС і АЕС

Тема 8. Нові концептуальні методи і підходи до створення високоефективного теплоенергетичного обладнання на основі системного аналізу і інтенсифікації тепло технологій.

Тема 9. Централізоване тепlopостачання

Тема 10. Деякі енерго- і ресурсозберігаючи методи: проектування промислових підприємств; відкрите тепlopостачання.

Тема 11. Утилізація відхідних газів енергетичних котлів – один з засобів енерго- і ресурсозбереження.

Тема 12. Нові технології спалювання низькоякісного вугілля

Тема 13. Нові технології в системах опалення і гарячого водопостачання.

Тема 14. Проектування, виробництво, монтаж та експлуатація енергетичного устаткування.

### Теми практичних занять

Тема 1. Виконати розрахунок концентрації оксидів азоту, що утворюються при спалюванні різних видів палива в енергетичних котлах, і здійснити оцінку ефективності застосування технологічних і режимних заходів щодо зниження викидів оксидів азоту в навколишнє середовище.

Тема 2. Виконати розрахунок концентрацій  $C_{NO_2}$  при номінальному навантаженні котла  $D_{ном}$ , відсутності рециркуляції продуктів згорання в топку ( $r = 0$ ) і відсутності ступінчатого згорання палива ( $\bar{B}_1 = 1,0; \beta_H = 0$ ). Оцінити, як зміниться концентрація  $NO_2$  при часткових навантаженнях, рівних:  $D = 0,6 D_{ном}$ ,  $D = 0,8 D_{ном}$  і подати графічну залежність  $C_{NO_2} = f(D)$ .

Тема 3. Оцінити вплив ступеня рециркуляції продуктів згорання палива, прийнявши  $r = 0,1$  і  $r = 0,15$  при  $D_{ном}$  і відсутності ступінчатого спалювання палива ( $\bar{B}_1 = 1,0; \beta_H = 0$ ). Побудувати графік залежності  $C_{NO_2} = f(r)$ .

Тема 4. Оцінити вплив двоступінчатого спалювання палива в котлі на  $C_{NO_2}$  при  $D_{ном}$ ,  $r = 0$ , прийнявши в якості вихідних даних  $\bar{B}_1$  з таблиці 4.2 і  $\beta_H = 0,21$ .

Тема 5. Оцінити спільний вплив рециркуляції продуктів згорання палива і двоступінчатого спалювання палива на  $C_{NO_2}$  при  $D_{ном}$ , прийнявши  $r = 0; r = 0,1; r = 0,15$ ,  $\bar{B}_1$  за таблицею 4.2 і  $\beta_H = 0,21$ . Побудувати графік залежності  $C_{NO_2} = f(r, \text{ступ. згор.})$ .

Тема 6. Визначити температуру точки роси при спалюванні палива у паровому котлі; долю виносу золи із газами прийняти  $\alpha_{ун} = 0,95$  – для топок з твердим шлаковидаленням та  $\alpha_{ун} = 0,8$  – для топок з рідким шлаковидаленням.

Тема 7. Для малосірчаного, сірчаного та високосірчаного мазуту:

Визначити концентрацію  $SO_2$ , температуру крапки роси та масовий викид  $SO_2$  при спалюванні палива у паровому котлі та відносному навантаженні (1; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5) $NO$ .

Тема 8. Виробництво і монтаж парогенераторів. Закріплення на практичних заняттях теоретичних знань, одержаних на лекціях в частині вибору вантажопідйомних механізмів для монтажу і ремонту тепломеханічного устаткування котельних і котельно-допоміжного обладнання (регенеративних повітропідігрівників, електрофільтрів, тягодуттьових машин, циклонів, сепараторів і ін.); у частині визначення продуктивності вантажопідйомних механізмів і терміну монтажу котла або (при ремонті) окремого блоку устаткування; у частині вибору і перевірки механізмів підйому окремих деталей устаткування; у частині вибору або перевірки каната для строповки вантажу. На практичних заняттях студенти проводять вибір кранів по технологічних картах на збирання блоків і монтаж парових котлів і далі приводять характеристики кранів відповідно розділам методичних вказівок, далі визначають продуктивність крана і термін монтажу устаткування.

### Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання з визначення концентрації шкідливих викидів в навколишнє середовище при роботі енергетичного обладнання, працюючого на органічному паливі. Результат розрахунків оформлюється у вигляді письмового звіту. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали на сайті ЦДН НТУ «ХПІ» (Moodle): "StreamGeneratorBuilding", "Енергозбереження та екологічність в Енергетичному Машинобудуванні"

## Література та навчальні матеріали

Основна:

1. Плачков І.В., Шидловський А.К., Стогній Б.С. та ін.. Сучасний стан і перспективи розвитку електроенергетики України// Енергетика і електрифікація. 1999. № 5. С 1–15
2. Плачков І.В., Кулик М.М., Гінайло В.О., Трофіменко Ю.І. Підвищення ефективності систем централізованого тепlopостачання з комбінованим виробництвом тепла та електроенергії// Енергетика і електрифікація. 1999. № 4. С 18
3. Програма, методичні вказівки, контрольні завдання з курсу: «Енергозаощаджувальні технології в енергетиці» спеціалізації 142-01 «Енергогенеруючі технології та установки» та 142-10 «Реактори та парогенератори АЕС» усіх форм навчання / Тютюник Л.І., Іванова Л.А., Касілов В.Й., Мотовільник А.В., Редько І.О. / Друкарня «Мадрид», Харків 2021 р., ISBN 978-617-7988-46-4
4. Міністерство енергетики України. Витяг із протоколу засідання колегії № 23 п.1 від 24.12.1999р. Про стан роботи підприємств щодо зниження шкідливого впливу на атмосферне повітря та головні завдання на найближчу перспективу у світлі зобов'язань, що випливають з міжнародних угод.
5. Зацерклянний М. М. та ін. Процеси захисту навколишнього середовища / Видавництво: Фенікс, 2017, с.454

Додаткова:

6. Україна: ефективність малої енергетики. EC-Energy Centre. TESIS-Program. 2010 г.
7. Промисловість України: шлях до енергетичної ефективності. EC-Energy Centre Kiev. TESIS-Program. 2010 г

Авторська:

8. Програма, методичні вказівки та контрольні завдання до курсу «Захист навколишнього середовища в теплоенергетиці» для студентів спеціальності 7.090505 «Котли і реактори» усіх форм навчання / Уклад.: Гончаренко Л.В., Тютюник Л. І. – Харків: НТУ «ХПІ», 2010. – 44 с.
9. Програма, методичні вказівки, контрольні завдання з курсу «Теплові електричні станції» для студентів спеціалізації 151-04 «Комп'ютерно-інформаційні технології в енергетиці» та спеціалізації 142-01 «Енергогенеруючі технології та установки» усіх форм навчання / Тютюник Л.І., Іванова Л.А., Фалалєєва Т.В., Тарасенко О.М. / Харків 2019 р. Типографія 61108, Харків, вул. Академічна, 1 (Свідоцтво про державну реєстрацію ДК «6187 від 17.05.2018 р.)
10. Програма, методичні вказівки, контрольні завдання з курсу «Виробництво та монтаж котлів» / Єфімов О.В., Каверцев В.Л., Тютюник Л.І. / Харків НТУ «ХПІ» 2012 р., 24 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка 100% складається: усне опитування, письмовий контроль, екзамен.

### Шкала оцінювання

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

## Норми академічної етики і політика курсу

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

## Погодження

Силабус погоджено

20.08.2023

Завідувач кафедри ПГБ  
Олександр ЄФІМОВ

20.08.2023

Гарант ОП  
Оксана ЛИТВИНЕНКО