

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

ЗАТВЕРДЖУЮ


Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
(Каплун В.В.)
2024 р.



“СХВАЛЕНО”


на засіданні кафедри інженерії енергосистем
протокол № _____ від “___” _____ 2024 р.

завідувач кафедри
(Антипов Є.О.)



“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Теплоенергетика»
(Шеліманова О.В.)



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ОСНОВИ ТЕПЛО-І МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ»

«галузь знань 14 Електрична інженерія
спеціальність 144 - «Теплоенергетика»
освітня програма - Теплоенергетика
ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»
розробник: професор, д.т.н. Горобець Валерій Григорович

Київ – 2024

Опис навчальної дисципліни
Основи тепло- і мосообмінних процесів

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній рівень	Бакалавр	
Галузь знань	14 – Електрична інженерія	
Спеціальність	144 – Теплоенергетика	
Освітня програма	освітньо-професійна	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	240	
Кількість кредитів ECTS	8,0	
Кількість змістових модулів	4,0	
Форма контролю	<i>Іспит</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	2 -й	
Семестр	3 і 4-й	
Лекційні заняття	<i>60 год.</i>	
Практичні, семінарські заняття	<i>60 год.</i>	
Лабораторні заняття	<i>60 год.</i>	
Самостійна робота	<i>60 год.</i>	
Індивідуальні завдання	<i>- год.</i>	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	<i>6 год.</i>	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	<i>18 год.</i>	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — засвоєння майбутніми інженерами-теплоенергетиками теоретичних основ теорії тепло- і масообмінних процесів, раціонального використання тепло енергоресурсів та захисту навколишнього середовища.

Завдання — підготувати бакалаврів до практичної і наукової діяльності в області сучасних і пріоритетних методах підвищення рівня вирішення теплоенергетичних проблем, у тому числі при вивченні знань про протікання процесів гідродинаміки і тепло переносу в теплоенергетичних пристроях різного призначення, тощо. Основне завдання вивчення дисципліни полягає у підготовці студентів до наступних етапів навчання, а також до практичної діяльності на виробництві.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати**:

- основні положення теорії тепло і масообміну;
- теплові і гідродинамічні процеси в теплоенергетичних установках.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **уміти**:

- виконувати гідравлічні і теплотехнічні розрахунки різноманітних технологічних процесів;
- застосовувати сучасні технології при проектуванні теплоенергетичних установок різного призначення;
- давати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність:

ІК1. Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми у сфері теплоенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні ахові компетентності (СК):

СК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

СК4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

СК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

СК13. Здатність демонструвати розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії.

Програмні результати навчання:

РН-1. Знання і розуміння математики, фізики, хімії, газодинаміки, тепломасообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

РН-6. Здатність використовувати набуті знання, зокрема у сфері біотехнологій, на підприємствах сфери теплоенергетики та агросектору для побудови систем енергопостачання об'єктів на їх основі.

2. Програма і структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Л	п	ла б	ін д	с.р.		л	п	ла б	ін д	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. <u>Основи теорії теплопровідності.</u>												
Тема 1. Основні закони переносу теплоти. Теплопровідність. Закон Фур'є. Диференційне рівняння теплопровідності.	30	7	10	8		5						
Тема 2. Розрахунок теплопровідності плоских і циліндричних стінок.	30	8	5	7		10						
Разом за змістовим модулем 1	60	15	15	15		15						
Змістовий модуль 2. <u>Променистий теплообмін і закони теплового випромінювання.</u>												
Тема 3. Променистий теплообмін. Основні поняття і	20	5	5	5		5						

характеристики.													
Тема 4. Закони теплового випромінювання. Екранування.	20	5	5	5		5							
Тема 5. Випромінювання і поглинання газів і пари. Розрахунок променистого теплообміну між тілами.	20	5	5	5		5							
Разом за змістовим модулем 2	60	15	15	15		15							
Разом за I семестр	120	30	30	30		30							
Змістовий модуль 3. <u>Конвективний теплообмін</u> <u>Теорія подібності.</u>													
Тема 6. Конвективний теплообмін. Гідродинамічний та тепловий приграничний (межовий) шар. Коефіцієнт тепловіддачі.	20	5	5	5		5							
Тема 7. Сутність і методи теорії подібності і теплового моделювання. Ознаки подібності. Основні критерії гідродинамічної і теплової подібності.	20	5	5	5		5							
Тема 8. Критеріальні рівняння для окремих випадків конвективного теплообміну.	20	5	5	5		5							
Разом за змістовим модулем 3	60	15	15	15		15							

Змістовий модуль 4. Теплообмін при кипінні та конденсації. Методи інтенсифікації процесів теплообміну.										
Тема 9. Теплообмін при кипінні та конденсації.	30	7	5	8		5				
Тема 10. Методи інтенсифікації процесів теплообміну.	30	8	10	7		10				
Разом за змістовим модулем 4	60	15	15	15		15				
Разом за II семестр	120	30	30	30		30				
Усього годин	240	60	60	60		60				
Курсовий проект (робота) з <u>основ тепло- і масообмінних процесів</u> (якщо є в робочому навчальному плані)	18	-	-	-		-	-	-	-	-
Усього годин	240	60	30	60		90				

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Стационарна теплопровідність одношарової плоскої стінки в граничних умовах I роду: пряма та зворотна задача.	5
2	Стационарна теплопровідність багатшарової стінки в граничних умовах I та II роду	5
3	Нестационарні процеси теплопровідності	5
Модуль 2		
4	Методика розрахунку променистого теплообміну між твердими тілами.	5
5	Теплообмін випромінюванням у поглинальному середовищі	5
Загалом за I семестр		30
Модуль 3		
6	Вільна конвекція в необмеженому просторі	10
7	Вільна конвекція в обмеженому просторі	5
Модуль 4		
8	Тепловіддача при примусовому обтіканні плоскої поверхні	10
9	Тепловіддача при кипінні та конденсації речовин	5
Загалом за II семестр		30

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль 1	
	Вступне заняття	2
1	Вимірювання температури за допомогою термопари	3
2	Визначення теплового потоку через плоску стінку	3
3	Визначення коефіцієнту теплопровідності теплоізоляційних матеріалів	3
4	Визначення коефіцієнту теплопровідності матеріалу методом циліндричного шару	4
5	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі	4
	Модуль 2	
6	Дослідження закономірностей променистого теплообміну	4
7	Визначення випромінювальної складової тепловіддачі від горизонтальної труби при вільній конвекції	4
8	Підсумкове заняття	3
	Модуль 3	
9	Дослідження процесу вільної конвекції біля вертикальної поверхні	6
10	Складання критеріального рівняння тепловіддачі при охолодженні горизонтальної труби в умовах вільної та вимушеної конвекції	6
11	Вивчення метода регулярного теплового режиму	6
	Модуль 4	
12	Дослідження локальних коефіцієнтів тепловіддачі при струминному обтіканні поверхні методом аналогії з масообміном	6
13	Визначення коефіцієнта теплопередачі	6

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Стаціонарна теплопровідність багатошарової циліндричної стінки	15
2	Нестаціонарне охолодження пластини (симетрична задача)	15
3	Розрахунок системи екранування від джерел теплового випромінювання	15
4	Тепловіддача та гідравлічний опір при примусовому русі рідини в трубах	15
Разом		60

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- залік;
- модульні тести;
- розрахункові та розрахунково-графічні роботи;
- захист лабораторних та практичних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань).

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна та результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$.

9. Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - *посилання*)

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4077>

- підручники, навчальні посібники, практикуми;

1. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. 2019. ЦП Компрінт, 400 с.

2. Теплотехніка / [упор. Б.Х. Драганов, О.С. Бессараб, А.А. Долінський та ін.] ; під ред. Б.Х. Драганова. – [2-е вид.]. – Київ: в-во «Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.

3. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. –ЦП «Компрінт». 2015. – 389 с.

методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

- Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи тепломасообміну» для студентів денної форми навчання освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 144 – «Теплоенергетика» / Уклад. В.І. Троханяк, О.В. Шеліманова. – Київ: РВВ НУБіП України, 2022. – 22 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Кудинов, Карташов, Стефанюк: Теплотехника. Учебное пособие.

<https://www.labyrinth.ru/books/622980/>

2. Теплотехника : учебник для вузов / под общ. ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. <http://baumanpress.ru/books/347/347.pdf>

3. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. Навчальний посібник. <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/teplotehnika.pdf>