

**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

«МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ І ГІДРОДИНАМІКИ»

«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

Моделювання процесів переносу і гідродинаміки

(назва)

Освітній ступінь, галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній рівень	Бакалавр	
Спеціальність	144 – Теплоенергетика	
Освітня програма	144 Теплоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4,0	
Кількість змістових модулів	3,0	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4-й	
Семестр	8-й	
Лекційні заняття	28 год.	
Практичні, семінарські заняття	28 год.	
Лабораторні заняття	год.	
Самостійна робота	64 год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — засвоєння майбутніми інженерами-теплоенергетиками теоретичних і практичних основ математичного моделювання в області теплоенергетики, теплофізики і теплоенергетичних установок.

Завдання — підготувати бакалаврів до наукової діяльності в області сучасних і пріоритетних методах підвищення рівня вирішення енергетичних проблем, у тому числі вивчення наукових основ роботи теплоенергетичних установок, теплових електростанцій, тощо. Основне завдання вивчення дисципліни полягає у підготовці студентів до можливості проведення математичного моделювання при розробці нового теплоенергетичного устаткування.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати:

- Основні принципи математичного моделювання;
- Основи математичного моделювання і чисельного дослідження процесів тепло- і масопереносу;
- основні підходи в наукових дослідженнях.

уміти:

- знати основні принципи математичного моделювання;
- знати сучасні теоретичні і практичні підходи математичного моделювання при проектуванні нових конструкцій теплових машин і теплоенергетичних установок різного призначення;
- давати наукове 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. Розуміння та власне осмислення основних світоглядних концепцій і принципів у навчанні і професійній діяльності.

ЗК4. Здатність до критичного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК8. Здатність до аналізу та синтезу науково-технічної, природничо-наукової та загальнонаукової інформації.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання:

РН-2. Знання і розуміння інженерних дисциплін, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки.

РН-14. Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепцій у сфері теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

- повного терміну денної форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		Л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Основні теоретичні принципи математичного моделювання												
Тема 1. Загальні відомості про математичне моделювання	8	2	3			3						
Тема 2. Теоретичні основи математичного моделювання.	8	2	3			3						
Тема 3. Основні наукові принципи при розробці математичних моделей теплопереносу і гідродинаміки	8	2	3			3						
Тема 4. Основні принципи і засади чисельного моделювання рівнянь тепло- і масопереносу.	8	2	3			3						
Тема 5. Розробка математичних моделей процесів гідродинаміки і теплопереносу на основі рівнянь Нав'є-Стокса і енергії.	8	2	3			3						
Разом за	40	10	15			15						

змістовим модулем 1												
Змістовий модуль 2. Чисельне моделювання процесів гідродинаміки і теплопереносу в теплоенергетичних пристроях.												
Тема 6. Чисельні методи розв'язку диференційних рівнянь.	8	2	3			3						
Тема 7. Чисельне моделювання рівнянь Нав'є-Стокса і енергії.	8	2	3			3						
Тема 8. Основні моделі турбулентності в рівняннях гідродинаміки..	8	2	3			3						
Тема 9. Обробка результатів чисельного моделювання.	8	2	3			3						
Тема 10. Аналіз результатів, отриманих при чисельному моделюванні.	8	2	3			3						
Разом за змістовим модулем 2	40	5	5			30						
Змістовий модуль 3. Використання пакетів прикладних програм для моделювання процесів гідродинаміки і переносу												
Тема 11. Пакет прикладних програм ANSYS FLUENT	8	2	3			3						
Тема 12. Пакет прикладних програм COMSOL.	8	2	3			3						
Тема 13. Основні принципи оптимізації конструкцій теплообмінного обладнання на основі результатів чисельного моделювання.	8	2	3			3						
Тема 14. Планування експериментальних досліджень на основі результатів	8	2	3			3						

чисельного моделювання.												
Тема 15. Розробка конструкцій теплообмінного обладнання з використанням програм Autocad, SolidWorks, KOMPAS 3D.	8	2	3			3						
Разом за змістовим модулем 3	40	5	5			30						
Усього годин	120	28	28			64						

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Знайомство з ANSYS Fluent	2
2	Потік рідини у випускному колекторі	4
3	Потік рідини та теплообмін у змішувальному коліні	4
4	Моделювання відцентрового насоса	4
5	Моделювання та аналіз півтораступеневої турбіни	4
6	Моделювання взаємодії рядів лопатей турбіни у стаціонарному та нестаціонарному режимах	4
7	Моделювання одноступеневої осьової турбіни у нестаціонарному режимі із використанням ковзаючої сітки	2
8	Моделювання горіння газів в турбулентній дифузійній печі	4
Разом		28

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи математичного моделювання	16
2	Основні рівняння гідродинаміки і теплопереносу	16
3	Методи розв'язку рівнянь переносу	16
4	Експериментальне моделювання теплообмінного обладнання	16

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*);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

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 «ІНКІОС», 2005. – 400 с.
3. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. –ЦП «Компрінт». 2015. – 389 с.

Додаткова література

1. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. 2018. ЦП Компрінт, 393 с.
2. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. –ЦП «Компрінт». 2016. – 300 с.
3. Алабовский А. Н., Константинов С. М., Недужий И. А. Теплотехника. – К.: Вища шк., 1986. – 256 с.
4. Арнольд Л. В., Михайловский Г. А., Селивестров В. М. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высш. шк., 1979. – 445 с.
5. Теплотехніка / О. Ф. Буляндра, Б. Х. Драганов, В. Г. Федорів та ін. – К.: Вища шк., 1998. – 333 с.
6. Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.
7. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высш. шк., 1975. – 496 с.
8. Теплотехника / Под ред. А. П. Баскакова. – М.: Энергоиздат, 1982. – 264 с.
9. Теплотехника / Под ред. В. И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1986. – 427 с.
10. Техническая термодинамика / Под ред. В. И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1991. – 384 с.
11. Юдаев Б. М. Техническая термодинамика. Теплопередача. – М.: Высш. шк., 1988. – 480 с.

12. J. Szargut. Termodynamika. – Warszawa, Panstwowe wydawnictwo Naukowe, 1985.

13. Інформаційні ресурси

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. Бауман . <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>