

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
_____ (Каплун В.В.)
“ ____ ” _____ 2022 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри теплоенергетики
протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2022 р.
в.о. завідувача кафедри
_____ (Антипов Є.О.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП Теплоенергетика
_____ (Горобець В.Г.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ І ГІДРОДИНАМІКИ»

спеціальність 144 - «Теплоенергетика»
освітня програма 144 - «Теплоенергетика»
ННІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»
кафедра «Теплоенергетики»
розробник: професор, д.т.н. Горобець Валерій Григорович

1. 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	<i>Іспит</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4-й	
Семестр	2-й	
Лекційні заняття	28 год.	
Практичні, семінарські заняття	42 год.	
Лабораторні заняття	год.	
Самостійна робота	50 год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	год.	

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:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК2. 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.

ЗК3. Розуміння та власне осмислення основних світоглядних концепцій і принципів у навчанні і професійній діяльності.

ЗК4. Здатність до критичного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК5. Розуміння необхідності, дотримання правил безпеки життєдіяльності

та виконання вимог охорони праці. Екологічна грамотність. Орієнтація на досягнення життєвого успіху та здорового способу життя.

ЗК7. Здатність до роботи в команді.

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

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК1. Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань технічного обслуговування і ремонту, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

ФК2. Здатність застосовувати передові технології для технічного обслуговування і ремонту, наукові факти, концепції, теорії, принципи.

ФК3. Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань технічного обслуговування і ремонту.

ФК4. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК5. Здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів.

ФК6. Здатність визначати техніко-економічну ефективність теплоенергетичних установок, процедуру ремонту енергообладнання й засобів автоматизації та їхніх складників.

ФК7. Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках з експлуатації теплоенергетичних установок.

ФК8. Здатність використовувати знання на засадах комерційної та економічної діяльності.

ФК9. Здатність розробляти плани й проекти, спрямовані на досягнення поставленої мети і зорієнтовані на наявні ресурси, розпізнавати та керувати чинниками, що впливають на витрати у планах і проектах.

ФК10. Здатність застосовувати норми державних й галузевих стандартів.

ФК11. Здатність використовувати знання в розв'язуванні завдань підвищення експлуатації теплоенергетичних установок та її контролювання.

ФК12. Здатність демонструвати розуміння, у яких царинах можна використовувати інженерні знання.

ФК13. Здатність застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань.

ФК14. Здатність керувати проектами та оцінювати їхні результати.

ФК15. Здатність демонструвати розуміння вимог до інженерної діяльності щодо забезпечування сталого розвитку.

ФК16. Здатність створювати і вміти захищати інтелектуальну власність.

3. 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 змістовим модулем 1	40	10	15			15						
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 ANSIS 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 чисельного моделювання.	8	2	3			3							
Тема 15. Розробка конструкцій теплообмінного обладнання з використанням програм Autocad, .SolidWorks,	8	2	3			3							

КОМПАС 3D.												
Разом за змістовим модулем 3	40	5	5			30						
Усього годин	120	30	30			60						
Курсовий проект (робота) з дисципліни <u>Основи наукових досліджень</u> (якщо є в робочому навчальному плані)	-	-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	120	30	30			60						

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
3		
4		
5		
Разом		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні принципи математичного моделювання	7
2	Теоретичні основи розробки математичних моделей	7
3	Математичне моделювання в області гідродинаміки і теплопереносу	7
4	Чисельне моделювання рівнянь рівнянь Нав'є-Стокса і енергії.	8
5	Обробка результатів чисельного моделювання і розробка інженерних методик розрахунку.	8
5	Оптимізація конструкцій теплообмінного обладнання на основі результатів чисельного моделювання.	8
Разом		45

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Що вивчає дисципліна моделювання процесів переносу і гідродинаміки і її значення при розробці теплових машин і енергетичних пристроїв.
2. Основні теоретичні принципи математичного моделювання, що вивчаються в дисципліні.
3. Що є предметом математичного моделювання і її значення при розробці нових конструкцій теплоенергетичних установок і систем.
4. Області застосування методів математичного моделювання в енергетиці, промисловості, АПК.
5. Що вивчається в дисципліні «Моделювання процесів переносу і гідродинаміки»?
6. Основні розділи дисципліни «Моделювання процесів переносу і гідродинаміки» і області їх застосування.
7. Що таке чисельні дослідження процесів переносу, області їх використання.
8. Які основні підходи при математичному моделюванні нових теплоенергетичних установок великої, середньої і малої потужності?
9. Що таке пакет прикладних програм, його склад і призначення.
10. Використання математичного моделювання при розробці вдосконалених систем опалення і гарячого водопостачання.
11. Використання методів математичного моделювання в наукових дослідженнях при розробці поновлювальних джерел теплової і електричної енергії.
12. Що вивчає дисципліна основи наукових досліджень і її значення при розробці нових теплових машин і енергетичних пристроїв.
13. Основні вимірювальні пристрої, що використовуються в експериментальних дослідженнях.
14. Основні рівняння гідроаеродинаміки і теплопереносу та їх використання при вивченні принципів функціонування нових теплоенергетичних установок і систем.

15. Области застосування методів чисельних і експериментальних досліджень в енергетиці, промисловості і АПК.
16. Основні пакети прикладних програм, які використовуються при чисельному моделюванні процесів тепло- і масопереносу.
17. Основні розділи дисципліни «Моделювання процесів переносу і гідродинаміки» і області їх застосування.
18. Основні принципи обробки чисельних результатів моделювання.
19. Використання чисельного моделювання в наукових дослідженнях при розробці теплоенергетичних установок в комунальній енергетиці.
20. Основні напрямки наукових досліджень в теплоенергетиці.
21. Основні методи розв'язку диференціальних рівнянь.
22. Значення чисельного моделювання процесів гідродинаміки і теплопереносу в наукових дослідженнях.
23. Основні напрямки наукових досліджень на кафедрі теплоенергетики.
25. Використання результатів чисельного моделювання для експериментальних досліджень.
26. Що таке пакет прикладних програм ANSYS FLUENT?
27. Що таке пакет прикладних програм COMSOL?
28. Пакети програм конструкторських розробок Autocad, .SolidWorks, КОМПАС 3D.
29. Методи оптимізації теплоенергетичного обладнання на базі результатів чисельного моделювання.
30. Використання методів математичного моделювання для наукових досліджень кафедри теплоенергетики.

8. Методи навчання

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності студентів, які використовуються при вивченні дисципліни:

1. В аспекті передачі і сприйняття навчальної інформації:
 - словесні (лекція);
 - наочні (ілюстрація, демонстрація).
2. В аспекті логічності та мислення:
 - пояснювально-ілюстративні (презентація);
 - репродуктивні (короткі тестові завдання).

3. В аспекті керування навчанням:

- навчальна робота під керівництвом викладача;
- самостійна робота під керівництвом викладача.

4. В аспекті діяльності в колективі:

- методи стимулювання (додаткові бали за реферати, статті, тези).

5. В аспекті самостійної діяльності:

- навчальний модуль: структурно-логічні схеми; вибіркові тести.

9. Форми контролю

Основними формами організації навчання під час вивчення дисципліни «Основи наукових досліджень» є лекції, з використанням мультимедійних засобів навчання, лабораторні заняття, доповідей на щорічні студентські конференції, консультації, самостійна робота студентів.

Відповідно до вище зазначених форм організації навчання формами контролю засвоєння програми є: самоконтроль, здача модульних тестів на elearn та здача іспиту за період вивчення дисципліни.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

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

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{дис}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з підсумкової атестації $R_{па}$ (іспит, до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{нр}$ (до 70 балів):

$$R_{дис} = R_{нр} + R_{па}$$

11. Методичне забезпечення

Наявність комп'ютерних класів, рекомендована література, методичні вказівки.

12. Рекомендована література

Основна література

1. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. 2019. ЦП Компринт, 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 «Компринт». 2015. – 389 с.

Додаткова література

1. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. 2018. ЦП Компринт, 393 с.
2. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. –ЦП «Компринт». 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.labirint.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>