

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження
_____ Каплун В.В.
“ ____ ” _____ 2023 р.

“СХВАЛЕНО”
на засіданні кафедри теплоенергетики
протокол № ____ від “ ____ ” _____ 2023 р.
в.о. завідувача кафедри
_____ Антипов Є.О.

“РОЗГЛЯНУТО”
Гарант ОП «Теплоенергетика»
_____ Горобець В.Г.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ І СИСТЕМИ»

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

Теплоенергетичні установки і системи

(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	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	4-й	
Лекційні заняття	30 год.	
Практичні, семінарські заняття	год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета - підготовка кваліфікованих інженерних кадрів по сучасним технологіям в області теплоенергетики

Завдання .. Одне із завдань дисципліни теплоенергетичні установки полягає в засвоєнні студентами теоретичних основ роботи теплоенергетичних установок, набуття практичних навичок, формуванню можливостей самостійно розв'язувати конкретні інженерні задачі.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні

знати:

- склад теплоенергетичних установок і систем;
- основні принципи роботи теплоенергетичних установок і систем;
- теплові і гідродинамічні процеси в теплоенергетичних установках.

уміти:

- виконувати теплотехнічні розрахунки процесів гідродинаміки і теплопереносу в теплоенергетичних установках;
- застосовувати сучасні технології при проектуванні теплоенергетичних установок різного призначення;
- давати техніко-економічне 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. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК10. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Фахові 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.

ФК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

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

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК6. Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі.

ФК7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК9. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.

ФК10. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

ФК12. Здатність забезпечувати захист інтелектуальної власності, готувати, оформлювати і виконувати контракти в теплоенергетичній галузі.

ФК13. Здатність демонструвати розуміння розвитку сфери теплоенергетики та агросектору шляхом переходу від традиційних до відновлювальних джерел енергії.

ФК14. Здатність застосовувати набуті знання при побудові та експлуатації біоенергетичних систем для сфери теплоенергетики та агросектору з оцінкою їх впливу на довкілля

3. Програма та структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	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. Загальні відомості про теплоенергетичні установки та системи. Теплоенергетичні установки великої потужності.												
Тема 1. Основні типи теплоенергетичних установок та їх використання в промисловому, комунальному і аграрному секторі	15	2		2		5						
Тема 2. Теплові електростанції, принцип їх функціонування.	15	2		2		5						
Тема 3. Теплоелектроцентралі – підприємства комбінованого виробництва теплоти і електроенергії. Теплофікація.	15	2		2		5						
Тема 4. Паливо та основи теорії горіння.	15	3		3		5						
Тема 5. Система транспортування гарячого теплоносія і система опалення.	15	3		3		5						

Теплові мережі. Теплові пункти.													
Тема 6. Котельні установки. Види та обладнання котелень.	15	3		3		5							
Разом за змістовим модулем 1	60	15		15		30							
Змістовий модуль 2. Теплоенергетичні установки середньої та малої потужності.													
Тема 7. Когенераційні установки. Склад і принцип роботи.	10	2		2		5							
Тема 8. Когенераційні установки, їх ефективність та область застосування.	10	2		2		5							
Тема 9. Котли малої потужності.	10	2		2		5							
Тема 10. Тепловий розрахунок теплообмінників.	10	3		3		6							
Тема 11. Гідравлічний розрахунок теплообмінників.	10	3		3		6							
Тема 12. Тепловий і гідравлічний розрахунок ребрених теплообмінників	10	3		3		6							

кожухотрубного типу.												
Разом за змістовим модулем 2	60	15		15		30						
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	Ресурсний баланс наявного палива в Україні. Склад і характеристика твердого, рідкого та газоподібного палива	3
2	Схеми паросилових та когенераційних установок.	3
3	Розрахунок процесів горіння.	3
4	Тепловий розрахунок теплообмінного обладнання для когенераційних установок	3
5	Гідравлічний розрахунок теплообмінного обладнання для когенераційних установок	3

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фізичний та хімічний склад палив.	3
2	Згорання твердого, рідкого і газоподібного палива. Склад і об'єм продуктів згорання.	3
3	Вивчення конструкцій парових і водогрійних котлів. Тепловий та ексергетичний баланс котла	3
4	Вивчення роботи кожухотрубного теплообмінника.	3
5	Вивчення роботи рекуператора в системах вентиляції приміщень	3

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

1. Як називається речовина, при згорянні якої виділяється теплота, достатня для перетворення в інші види енергії ?
2. Який продукт утворюється при повному згорянні палива
3. Що таке нижча теплота згорання палива
4. Що таке вища теплота згорання палива
5. За яким термодинамічним циклом відбувається робота газотурбінної установки
6. За яким термодинамічним циклом відбувається робота холодильної установки?
7. За яким термодинамічним циклом відбувається робота двигунів внутрішнього згорання
8. Який параметр постійний в термодинамічному циклі двигуна внутрішнього згорання із свічкою запалювання
9. Який параметр постійний в термодинамічному циклі дизельного двигуна внутрішнього згорання
10. За яким термодинамічним циклом відбувається робота теплового насоса
11. Простий конденсаційний цикл або цикл Ренкіна призначений для виробництва якої енергії ?
12. Термодинамічний цикл газотурбінної установки, у якій частина теплоти відпрацьованих газів використовується для підігріву повітря, що надходить в камеру згорання називається яким циклом ?
13. В когенераційній установці з ДВЗ відбувається утилізація якої теплоти ?
14. В когенераційній установці з ГТУ відбувається утилізація якої теплоти ?
15. Кінцевим результатом теплового розрахунку рекуперативного теплообмінника є визначення якого параметра?
16. Кінцевим результатом гідравлічного розрахунку рекуперативного теплообмінника є визначення якого параметра ?
17. Для інтенсифікації процесів теплообміну на поверхні теплообмінника використовуються які методи?
18. Оребрення на поверхні теплообмінника використовується для яких цілей?
19. Інтенсифікатори на поверхні теплообмінника використовуються для яких цілей?
20. Для інтенсифікації процесів теплообміну на поверхні теплообмінника використовуються які типи інтенсифікаторів?
21. Для інтенсифікації процесів теплообміну на поверхні теплообмінника використовуються які типи оребрення?
22. Деаераційна установка в котельній установці призначена для яких цілей?
23. В котельній установці можуть використовуватись які види палива?
24. Основними компонентами в продуктах згорання котельної установки є які речовини?
25. В системі водопідготовки для котельної установки використовуються які способи її підготовки?
26. Економайзер в котельній установці призначений для яких цілей?
27. Повітропідігрівач в котельній установці призначений для яких цілей?
28. Пароперегрівач в котельній установці призначений для яких цілей ?
29. До допоміжного устаткування котельної належать яке обладнання.
30. При гідравлічному розрахунку рекуперативного теплообмінника знаходять які дві складові гідравлічних втрат?
31. Які методи використовують при водопідготовці в котельній установці ?
32. Скруббер в котельній установці призначений для яких цілей ?
33. В сонячних установках використовують які геліоколектори?
34. До складу котельного агрегату входять які пристрої?
35. До допоміжного устаткування котельної належать: які пристрої?

36. Теплообмінник, через поверхню якого здійснюється передача теплоти від димових газів до води для отримання насиченої пари, називається яким котлом
37. Теплообмінник, через поверхню якого здійснюється передача теплоти від димових газів до води для отримання гарячої води при підвищеному тиску, називається яким котлом?
38. До хвостових поверхонь нагріву котельної установки відносять які пристрої?
39. Когенераційна установка призначена для виробництва якої енергії?
40. Теплообмінник, у якого теплота передається через стінку називається теплообмінником якого типу?
41. Теплообмінник, у якого теплота передається безпосередньо від одного теплоносія до іншого без розділяючих стінок називається теплообмінником якого типу?
42. Теплообмінник, у якого теплота передається теплообмінній поверхні періодично спочатку від гарячого, а потім до холодного теплоносія називається теплообмінником якого типу?
43. В теплообмінниках рекуперативного типу використовується які типи оребрення?
44. Величина коефіцієнта оребрення лежить в якому інтервалі?
45. Оребрення стінок застосовується з якою метою?
46. Органічне паливо складається з яких горючих елементів?
47. Органічне паливо містить в собі які негорючі елементи?
48. Як називається кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива з урахуванням теплоти конденсації водяних парів, що утворюються при згорянні водню і випаровування вологи палива
49. Як називається кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива без урахування теплоти конденсації водяних парів
50. Для спалювання твердого палива в кусках використовуються які топки?
51. Факельні топки призначені для спалювання: якого палива?
52. Як називається котел, в якому в середині труб рухаються димові гази, а зверху труби обмиваються водою
53. Як називається котел, в якому всередині труб рухається вода, а зовні труби обмиваються димовими газами
54. Для видалення газів із живильної води застосовують які методи?
55. До якого типу теплообмінника відносяться теплообмінники в когенераційних установках?
56. Вкажіть, через які елементи ПСУ і в якій послідовності теплота водяної пари перетворюється в роботу.
57. Для видалення з котла із котловою водою зайвих домішок застосовують які методи?
58. Як називаються гідравлічні втрати тиску в рекуперативному теплообміннику за рахунок розширення (звуження) каналу, повороту, входу (виходу) в трубну доску?

9. 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 «Термодинаміка і теплотехніка» 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. Теплоенергетичні установки і системи. 2018. ЦП Компринт, 393 с.
2. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. –ЦП «Компринт». 2016. – 300 с.
3. М Корчемний, В Федорейко, В Щербань. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.- 984 с

Додаткова 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 «ІНКОС», 2005. – 400 с.
3. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. –ЦП «Компринт». 2015. – 389 с.
4. Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Тепловые насосы в теплоснабжении...
<http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61396/14-Dolinsky.pdf?sequence=1>
2. Термодинамические основы тепловых насосов
http://window.edu.ru/resource/285/67285/files/Wasjkow_ucheb.pdf
3. Использование солнечной энергии в системах теплоснабжения.
Курсовое проектирование
https://www.bsatu.by/sites/default/files/field/publikatsiya_file/ispolzovanie-solnechnoy-energii-v-sistemah-teplosnabzheniya-kursovoe-proektirovanie.pdf
4. Современные технологии энергосбережения
file:///C:/Users/User/Downloads/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F_27.02.2017.PDF