

Додаток 2

до наказу від 23.03.2023 р. № 244

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра «Теплоенергетики»



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ІНІ енергетики, автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.)

“ ” 2023 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри теплоенергетики
протокол №5 від “14” червня 2023 р.

В. о. завідувача кафедри

(Антипов Є.О.)

”РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП 144 Теплоенергетика

(Горобець В.Г.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ГЕНЕРАЦІЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТЕС»

спеціальність 144 – «Теплоенергетика»

освітня програма «освітньо-професійна»

ІНІ «Енергетики, автоматики і енергозбереження»

розробник: доцент, к.т.н., доцент Троханяк Віктор Іванович

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«Генерація і транспортування енергії ТЕС»

(назва)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	
Освітній ступінь	«Бакалавр»
Спеціальність	144 – «Теплоенергетика»
Освітня програма	освітньо-професійна
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	Вибіркова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4,0
Кількість змістових модулів	2,0
Форма контролю	<i>Екзамен</i>
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	денна форма навчання
Рік підготовки (курс)	4-й
Семестр	7-й
Лекційні заняття	30 год.
Практичні, семінарські заняття	-
Лабораторні заняття	30 год.
Самостійна робота	45 год.
Індивідуальні завдання	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год.
Курсова робота	15 год.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Дисципліна "Генерація і транспортування енергії ТЕС" є основною навчальною дисципліною за спеціальністю 144 – «Теплоенергетика» у вищих аграрних закладах освіти III - IV рівнів акредитації при підготовці фахівців освітнього рівня "Бакалавр".

Місце дисципліни в реалізації основних завдань освітньої професійної програми (ОПП).

Серед основних завдань освітньої професійної програми необхідно виділити такі, як: знання і визначення основних фізико-механічних властивостей рідин, розуміння основних законів гідростатики та гідродинаміки, розуміння основи теорії та принципів функціонування і конструктивних особливостей лопатевих та об'ємних насосів, гідродвигунів, вентиляторів, гідроприводів, придбання базових навичок методів розрахунку елементів технологічних пристроїв, у яких використовується рух рідин та газів, гідравлічних систем сільськогосподарського водопостачання, меліоративних систем, гідропнемотранспорту, вимірювання тиску, швидкості, витрати рідин та газів, виконувати гідравлічні розрахунки трубопроводів, вибирати схему гідроприводу, водопровідної мережі, гідропнемотранспортних установок, підбирати обладнання, яке забезпечує економне витрачання води та енергоресурсів, вживати заходів по охороні навколишнього середовища від забруднення. Завдяки вивченню вищевказаних питань, студент здобуває знання та навички, необхідні для вивчення інших, більш спеціалізованих професійних дисциплін, а також набуває навички розробки і дослідження реального найпростішого гідротехнічного комплексу в цілому.

Місце дисципліни в забезпеченні освітніх інтересів особистості студента з даної ОПП.

Дисципліна є одним з основних теоретико-практичних курсів з майбутньої спеціальності і дозволяє студенту освоїти мову теорії і практики розробки гідротехнічних комплексів, скласти уявлення про зміст майбутньої спеціальності і представити своє місце в майбутній праці.

Місце дисципліни в задоволенні вимог замовників випускників університету даної ОПП.

Оскільки в процесі навчання студент отримує базові навички проектування і розрахунків водопостачання як сільськогосподарських об'єктів так і цехів по переробці сільськогосподарської продукції, то його резюме зацікавить багатьох замовників.

Зазначене вище обумовлює необхідність ознайомлення студентів, що навчаються за спеціальністю 144 – «Теплоенергетика» з основами і тенденціями розвитку теорії і практики реалізації систем сільськогосподарського водопостачання.

Мета викладання курсу

Мета дисципліни — підготовка класифікованих інженерних кадрів в області теплоенергетичних установок і систем у сільському господарстві. Основне завдання дисципліни полягає у засвоєнні студентами теоретичних знань, набуття практичних навиків, формуванню можливостей самостійно розв'язувати конкретні інженерні задачі.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- вимоги, що пред'являють до теплоенергетичного устаткування і до систем;
- основні теоретичні відомості про теплоенергетичне устаткування і системи;
- шляхи і засоби підвищення ефективності роботи теплоенергетичних пристроїв і систем;
- принципи роботи і конструкції теплотехнічних пристроїв, використовуваних в системах теплопостачання.

Студент повинен

уміти:

- виконувати теплові розрахунки, що відносяться до систем теплопостачання;
- виконувати на високому науковому і практичному рівні експлуатацію теплоенергетичних установок;
- вирішувати енергозберігаючі і економічні проблеми в області систем теплопостачання.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

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.

Фахові компетентності (ФК):

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

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

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.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН-5. Здатність розуміти складні інженерні процеси, системи, обладнання і технології, відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати такого аналізу та досліджень.

РН-8. Здатність розробляти і проектувати складні технічні вироби у сфері теплоенергетики, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

РН-15. Розуміння застосовуваних методик проектування і дослідження для побудови систем енергозабезпечення об'єктів сфери теплоенергетики та агросектору.

3. Програма навчальної дисципліни

– повного терміну денної форми навчання;

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про теплоенергетичні установки та системи. Використання теплоенергетичних установок в аграрному секторі.

Тема лекційного заняття 1. Основні типи теплоенергетичних установок та їх використання в промисловому, комунальному і аграрному секторі.

Розглядаються теплоенергетичні установки великої і середньої потужності, їх склад і основні показники потужності. Вивчаються теплоенергетичні установки малої потужності, їх склад і енергетичні показники. Дана загальна характеристика відновлювальних джерел теплової і електричної енергії. Розглядаються напрямки використання теплоенергетичних установок в аграрному секторі.

Тема лекційного заняття 2. Теплоцентралі, теплові та конденсаційні електростанції.

Розглядаються основні типи теплових електростанцій. Вивчено принцип роботи і основні енергетичні характеристики теплових електростанцій. Конденсаційні електростанції та принципи їх функціонування. Вивчено теплоцентралі, як підприємства для комбінованого виробництва теплоти і електроенергії. Розглянуто принцип теплофікації. Вивчено типи і умови роботи теплоелектроцентралей. Розглянуто базові положення теплофікації і централізованого теплопостачання. Вивчено систему очистки продуктів згорання на ТЕС і ТЕЦ.

Тема лекційного заняття 3. Паливо. Система транспортування гарячого теплоносія.

Розглянуто склад і характеристики палив. Вивчено основи теорії горіння. Наведено відомості про систему транспортування гарячого теплоносія і система опалення. Вивчено побудову теплових мереж. Розглянуто теплові пункти. Вивчено види систем теплопостачання. Розглянуто перспективні конструкції теплових мереж. Показано способи приєднання місцевих систем теплоспоживання до теплових мереж. Вивчено принцип роботи теплових пунктів.

Наведено склад теплових пунктів і підбір обладнання. Вивчено загальну характеристику сучасних індивідуальних теплових пунктів. Показано перспективи споживання теплової енергії в Україні.

Змістовий модуль 2. Когенераційні установки та основи їх розрахунку. Сонячна енергетика. Теплові насоси. Вітроенергетика. Біоенергетика.

Тема лекційного заняття 4. Когенераційні установки.

Розглянуто принцип роботи та склад когенераційних установок. Вивчено когенераційні установки на базі паливних елементів. Наведено основні відомості про принцип роботи паливного елемента.

Тема лекційного заняття 5. Тепловий і гідравлічний розрахунок теплообмінників кожухотрубного типу.

Вивчено основи теплового розрахунку теплообмінників. Показано основні етапи розрахунку та визначення геометричних розмірів і конструкції теплообмінників кожухотрубного типу. Наведено принципи гідравлічного розрахунку теплообмінників і визначення потужності насосів для перекачування теплоносіїв.

Тема лекційного заняття 6. Сонячна енергетика.

Розглянуто конструкції і принципи роботи плоских і вакуумних сонячних колекторів. Вивчено фізичні основи роботи сонячної електроенергетики. Вивчено сонячні батареї і електростанції, принципи їх побудови і функціонування. Розглянуто стан і перспективи розвитку сонячної енергетики.

Тема лекційного заняття 7. Теплові насоси. Вітро та біоенергетика.

Розглянуто термодинамічні основи роботи теплового насоса. Наведено основи використання енергії навколишнього середовища. Вивчено теплові насоси. Розглянуто принцип роботи парокompресійного теплового насоса. Наведено розрахунок потужності теплового насоса. Вивчено основні конструкції та принцип роботи вітрових енергетичних установок. Наведено основні відомості про енергетичні ресурси біомаси. Розглянуто біоенергетичні технології.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма						
	тижні	усього	у тому числі				
л			п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль №1 – „Загальні відомості про теплоенергетичні установки та системи. Використання теплоенергетичних установок в аграрному секторі”							
Тема 1 Основні типи теплоенергетичних установок та їх використання в промисловому, комунальному і аграрному секторі	1-2	30	4		4		22
Тема 2. Теплоцентралі, теплові та конденсаційні електростанції.	3-5	10	4		6		
Тема 3. . Паливо. Система транспортування гарячого теплоносія.	6-7	12	6		6		
Разом за змістовим модулем 1		52	14		16		22

Змістовий модуль 2. „Когенераційні установки та основи їх розрахунку. Сонячна енергетика. Теплові насоси. Вітроенергетика. Біоенергетика”							
Тема 4. Когенераційні установки.	8-9	31	4		4		23
Тема 5. Тепловий і гідравлічний розрахунок теплообмінників кожухотрубного типу.	10-11	8	4		4		
Тема 6. Сонячна енергетика.	12-13	6	4		2		
Тема 7. Теплові насоси. Вітро та біоенергетика.	14-15	8	4		4		
Разом за змістовим модулем 2		53	16		14		23
Усього годин		105	30		30		45
Курсова робота		15					
Усього годин		120	30		30		45

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		

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль 1	16
1	Способи і прилади для вимірювання тиску.	4
2	Експериментальне дослідження тисків в рідині у стані спокою.	6
3	Дослідження і побудова робочої характеристики консольного відцентрового насосу при водопостачанні.	6
	Модуль 2	14
4	Експериментальне дослідження енергетичних характеристик потоку рідини.	4

5	Експериментальне дослідження ламінарного і турбулентного режимів руху рідини.	4
6	Експериментальне дослідження напірного руху рідини за рівнянням Дарсі – Вейсбаха.	2
7	Експериментальне дослідження напірного руху рідини за формулою Вейсбаха.	4
Разом		30

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підбір вентиляційної установки	22
2	Підбір теплового насосу та визначення довжини ґрунтових зондів	23
Разом		45

8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Сучасний стан і перспективи розвитку енергетики в Україні. Енергетичні ресурси.

2. Паливо, тверде, рідке та газоподібне паливо. Характеристики палива

3. Кінетичні та фізичні основи процесу горіння палива.

4. Горіння твердого, рідкого і газоподібного палива. Пальники і топки.

5. Газові турбіни. Парові турбіни. Двигуни внутрішнього згорання.

6. Паросилові установки. Принцип роботи теплових електростанцій

7. Когенераційні установки.

8. Котельні установки.

9. Парові котли.

10. Водогрійні котли.

11. Допоміжне обладнання котельних установок.

12. Парокомпресорні теплові насоси та принцип їх роботи.

13. Сонячні колектори. Плоскі та вакуумні сонячні колектори

14. Біогазова установка та принцип її роботи

15. Компресори і вентилятори

16. Принцип роботи твердопаливних котлів.

17. Теплові електростанції, принцип роботи та їх ефективність.

18. Парогазові установки, принцип роботи та їх ефективність.

19. Основні методи водопідготовки для котельних установок.

20. Методи та пристрої очистки продуктів згорання котельної установки.

21. Склад та принципи роботи ТЕЦ і ТЕС.

22. Теплові насоси.

23. Вітрові і сонячні електростанції.

24. Методи підвищення ефективності теплових електростанцій.

25. Методи енергозбереження при теплофікації і централізованому тепlopостачанні.
26. Основні методи очистки продуктів згоряння на ТЕС і ТЕЦ.
27. Методи енергозбереження при транспортуванні і опаленні комунальних і промислових об'єктів. Сучасні теплові мережі.
28. Основні методи підвищення енергоефективності енергоустановок з використанням когенераційних технологій.
29. Принцип роботи сучасних когенераційних установок.
30. Когенераційні установки на базі паливних елементів.
31. Котли конденсаційного типу.
32. Основні конструкції котлів конденсаційного типу.
33. Акумулявання теплової енергії як метод енергозбереження.
34. Основні типи теплових акумуляторів.
35. Що таке сонячна енергетика.
36. Принцип роботи плоских сонячних колекторів.
37. Принцип роботи вакуумних сонячних колекторів.
38. Сонячні батареї і принцип їх роботи.
39. Основні типи сонячних електростанцій.
40. Перспективи розвитку сонячної енергетики.
41. Основні типи теплових насосів.
42. Термодинамічні основи роботи теплового насоса.
43. Розрахунок потужності теплового насосу.
44. Теплові насоси на принципі Пельтьє.
45. Основні конструкції та принцип роботи вітрових енергетичних установок.
46. Принцип роботи ВЕУ з використання роторів з горизонтальною віссю обертання.
47. Вітрогенератори з ротором Савоніуса.
48. Вітрогенератори з ротором Дар'є.
49. Стан і перспективи розвитку вітроенергетики.
50. Що таке біоенергетика і її використання для енергопостачання об'єктів різного призначення.
51. Біоенергетичні технології та їх використання для отримання теплової і електричної енергії.
52. Принцип роботи біогазових установок.
53. Геотермальна енергетика. Принцип роботи геотермальних електростанцій.
54. Перспективи розвитку відновлюваної нетрадиційної енергетики.
55. Використання відновлювальних джерел енергії в сільському господарстві.
56. Використання теплових насосів в АПК.
57. Сонячна енергія та її використання в с/г.
58. Когенераційні установки як джерело теплової і електричної енергії в с/г.
59. Біогазові установки в АПК.

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.

10. Форми контролю

Основними формами організації навчання під час вивчення дисципліни «Генерація і транспортування енергії ТЕС» 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.

11. 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 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати 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 $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів):

$$R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$$

12. Методичне забезпечення

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

13. Рекомендована література

Основна

1. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. – Київ. – ЦП «Компринт». 2018. - 393 с.
2. Амерханов Р.А., Бессараб А.С., Драганов Б.Х. и др.. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства. – Москва. – Колос-Прес, 2002. – 423 с.
3. 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.
4. Горобець В.Г. Когенераційні установки. – Київ. – ЦП «Компринт». 2016. - 301 с.

Допоміжна

1. Клименко В.Н., Мазур А.И., Сабашук П.П. Когенерционные системы с тепловыми двигателями. Справочное пособие. Часть 1. – Киев: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2008. – 559с.
2. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства / Герасимович Л.С., Цубанов А.Г., Драганов Б.Х. и др. – Минск: Ураджай, 1993. – 338 с.

Інформаційні ресурси

1. Котлы отопление <https://zavod-kotlov.com.ua/>
2. Вітрова енергетика України https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8
3. З чого потрібно починати будівництво вітроелектростанції? <https://ecotown.com.ua/news/Z-choho-potribno-pochynaty-budivnytstvo-vitroelektrostantsiyi/>
4. Потужності біогазових установок в Україні <https://ecotown.com.ua/news/Potuzhnosti-biohazovykh-ustanovok-v-Ukrayini-za-ostannikh-try-roky-zrosly-mayzhe-vtrychi/>
5. Тепловий насос -безкоштовне тепло землі в ваш будинок <http://fly-tech.com.ua/TN%20ukr.html>