

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра інженерії енергосистем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження

“_____” Каплун В.В.
_____ 20____ р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри інженерії
енергосистем
протокол № 7 від “27” 05 2025 р.
Завідувач кафедри _____ Антипов Є.О.

”РОЗГЛЯНУТО ”

Гарант ОП Теплоенергетика
_____ Шеліманова О.В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
« ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ТА ЗБЕРІГАННІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ»**

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

Опис навчальної дисципліни Метою дисципліни є формування у студентів знання основних процесів тепло- і масо переносу при переробці і зберіганні с/г продукції, а саме процеси охолодження, фазових перетворень та інші процеси. Розглядаються принципи роботи пристроїв для переробки с/г продукції: сушарок, подрібнювачів, холодильних установок, тощо. В дисципліні вивчаються методи теплового та гідравлічного розрахунку пристроїв для переробки та зберігання с/г продукції. Ознайомлення з сучасними методами та підходами при зберіганні продукції АПК.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	Теплоенергетика	
Освітня програма	Теплоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)		
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	Денна	Заочна
Курс (рік підготовки)	3-й	
Семестр	6-й	
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	год.
Лабораторні заняття	15 год.	год.
Самостійна робота	30 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета — підготовка кваліфікованих інженерних кадрів по сучасним технологіям для області теплотехнології в процесах виробництва та переробки сільськогосподарської продукції.

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.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК):

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

СК9. 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.

СК14. Здатність застосовувати набуті знання при побудові та експлуатації біоенергетичних систем для сфери теплоенергетики та агросектору з оцінкою їх впливу на довкілля.

Програмні результати навчання:

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.

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

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

2. Програма та структура навчальної дисципліни

- 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.. Основи теплотехнологій в процесах переробки продуктів сільськогосподарського виробництва												
Тема 1. Основні механізми і процеси, які протікають при переробці, обробці і зберіганні сільськогосподарської продукції.	12	3		3		6						

Тема 2. Сушіння продукції сільського господарства. Основи теорії сушіння.	12	3		3		6						
Тема 3. Конструкції сушарок.	12	3		3		6						
Тема 4. Зберігання сільськогосподарських продуктів. Сховища та підтримання в них необхідного мікроклімату.	12	3		3		6						
Тема 5 Технології зберігання сільськогосподарської продукції.	12	3		3		6						
Разом за змістовим модулем 1	60	15		15		30						
Змістовий модуль 2. Основи розрахунку процесів переробки і зберігання с.г. продукції												
Тема 1. Розробка роторно-пульсаційних апаратів для приготування рідких зернових кормів.	12	3		3		6						
Тема 2. Методика розрахунку барабанної сушарки	12	3		3		6						
Тема 3. Розрахунок барабанної сушарки для сушіння сільськогосподарської продукції	12	3		3		6						
Тема 4. Біоенергетика.	12	3		3		6						
Тема 5 Використання відновлювальних джерел енергії в технологіях переробки і зберігання с.г. продукції.	12	3		3		6						
Разом за змістовим модулем 2	60	15		15		30						
Усього годин	120	30		30		60						
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-		-		-	-	-		-
Усього годин	120	30		30		60						

5. Теми семінарських занять

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		ГОДИН
1		
2		
...		

6. Теми практичних занять

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

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклади тепломасообміну в технологічних процесах переробки продукції сільського господарства Представлення рівнянь тепломасопереносу в безрозмірній формі.	2
2	Узагальнені критерії подібності для процесів тепло- і масообміну. Аналітичний та чисельний розв'язок рівнянь тепломасообміну. Приклади моделювання задач тепло- і масообміну	3
3	Приклади методів сушки продукції сільського господарства. Розрахунок сушильних апаратів.	2
4	Приклади методів і засобів для зберігання продукції сільського господарства. Приклади розрахунку мікроклімату у сховищах продукції С. Приклади процесів переробки с.г. продукції в технологіях харчової промисловості	3
5	Конструкція і розрахунок барабанної сушарки	3
6	Розрахунок і конструкції відновлювальних джерел енергії в технологіях переробки і зберігання с.г. продукції	3

8. Самостійна робота під керівництвом НПП

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципи переносу енергії при виробництві і переробці с/г продукції..	18...
2	Конвективний перенос в процесах сушіння с/г продукції...	18...
3	Способи підтримання мікроклімату в сховищах зберігання с/г продукції...	18...

4	Основні принципи зберігання овочів і фруктів...	18...
5	Сумісність зберігання овочів і фруктів в сховищах...	18...
	Разом	90

9. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня

1. Дайте визначення процесів тепломасообміну.
2. Що таке взаємозв'язаний тепломасоперенос?
3. Вкажіть особливості процесів тепломасообміну при переробці продуктів СГ.
4. Що таке капілярно-пористі тіла?
5. Опишіть основні фізичні процеси, що протікають в процесах тепломасообміну при переробці СГ продукції
6. Наведіть основні рівняння, що описують процеси тепломасообміну при переробці СГ продукції.
7. Що таке нелінійні рівняння тепломасообміну?
8. Викладіть методи теорії подібності в процесах тепломасообміну.
9. Які основні критерії подібності в процесах тепломасообміну?
10. Критеріальні рівняння процесів тепломасопереносу в процесах переробки продукції СГ.
11. Вкажіть методи розв'язку рівнянь тепло масообміну в процесах переносу тепла і маси при переробці продукції СГ.
12. Що таке аналітичні та чисельні методи розв'язку?
13. Основні чисельні методи розв'язку рівнянь тепломасообміну.
14. Які є методи комп'ютерного моделювання основних рівнянь тепломасообміну в процесах переробки сільгосппродукції
15. Приведіть приклад математичної моделі процесу нестационарної теплопровідності та дифузії.
16. Приведіть приклад математичної моделі процесу масообміну.
17. Вкажіть на відмінні особливості коефіцієнту теплообміну і коефіцієнту масообміну.
18. Викладіть основні положення теорії сушки.
19. Які є стадії процесу сушки?
20. Опишіть основні типи сушилок
21. Розгляньте процеси, що протікають в сушарках.
22. Приведіть приклад запису математичної моделі, що описує процес сушки.
23. Вкажіть на значення узагальнених параметрів процесу сушки.
24. Які є критерії подібності при сушці? Приведіть приклади.
25. Приведіть приклад критеріального рівняння для процесу сушки.
26. Вкажіть основні методи та засоби зберігання продукції сільського господарства
27. Що таке мікроклімат для зберігання продукції СГ?
28. Основні характеристики мікроклімату в сховищах зберігання продукції СГ.
29. Наведіть методи розрахунку мікроклімату.
30. Основи вентиляції сховищ для зберігання продукції СГ.
31. Наведіть основні принципи переробки продукції СГ в харчовій промисловості.

5. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проектів;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

6. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- кейс-метод;
- метод проєктного навчання;
- метод перевернутого класу, змішаного навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму
- метод гейміфікованого навчання.

7. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Назва		
Лекція 1 (за наявності оцінювання)		-
Лабораторна/практична робота 1.		10
Самостійна робота (за наявності) 1.		5
Лекція 2 (за наявності оцінювання)		-
Лабораторна/практична робота 2.		15
Самостійна робота (за наявності) 2.		10
...		...
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Назва		
...		
Модульна контрольна робота 2.		
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	
Курсовий проєкт/робота (за наявності)		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	Відмінно
74-89	Добре
60-73	Задовільно
0-59	Незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	<i>НАПРИКЛАД:</i> роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	<i>НАПРИКЛАД:</i> списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	<i>НАПРИКЛАД:</i> відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

8. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - *посилання*) **ОБОВ'ЯЗКОВО**;
- посилання на цифрові освітні ресурси;
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти;
- програма навчальної (виробничої) практики навчальної дисципліни (якщо вона передбачена навчальним планом).

9. 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.
4. Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990. – 464 с.
5. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. 2018. ЦП Компрінт, 393 с.
6. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. – ЦП «Компрінт». 2016. – 300 с.
7. М Корчемний, В Федорейко, В Щербань. Энергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.- 984 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. М Корчемний, В Федорейко, В Щербань. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.- 984 с

10. 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

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. 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>

11. Методичне забезпечення

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

12. Рекомендована література

Основна література

1. Горобець В.Г. Теплоенергетичні установки і системи. 2023. ЦП Компринт, 523 с.
2. Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Київ. «Політехніка». 2003. 42 с.
3. В.А. Маляренко. Енергетика і навколишнє середовище. Харків Видавництво САГА. 2008. 405 с.
4. Горобець В.Г. Когенераційні установки. - Київ. –ЦП «Компринт». 2016. – 300 с.
5. Горобець В.Г. Основи теплотехніки. 2019. ЦП Компринт, 400 с.

Додаткова література

8. 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.
9. Горобець В.Г. Теплотехніка та використання теплоти в сільському господарстві. – Київ. –ЦП «Компринт». 2015. – 389 с.

12. Інформаційні ресурси

5. . Тепловые насосы в теплоснабжении...

<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/61396/14-Dolinsky.pdf?sequence=1>

6. Термодинамические основы тепловых насосов

http://window.edu.ru/resource/285/67285/files/Wasjkow_ucheb.pdf

7. 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

8. 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