



**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра теплоенергетики



**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Директор ННІ лісового і  
садово-паркового господарства  
(Р.Д. Васишин)  
«19» 05 2023 р.

**«СХВАЛЕНО»**  
на засіданні кафедри теплоенергетики  
Протокол № 5 від «14» червня 2023 р.  
В.о. завідувача кафедри  
 (Є.О. Антипов)

**«РОЗГЛЯНУТО»**  
Гарант ОП  
«Деревообробні та меблеві технології»  
 (О.Ю. Горбачова)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ОСНОВИ ТЕПЛОТЕХНІКИ»**

спеціальність 187 – «Деревообробні та меблеві технології»  
освітня програма «освітньо-професійна»  
ННІ лісового і садово-паркового господарства  
Кафедра «Теплоенергетики»  
Розробник: доцент, к.т.н., доцент Тарасенко Світлана Євгенівна

## 1. Опис навчальної дисципліни

### Основи теплотехніки

(назва)

Освітній ступінь, галузь знань, спеціальність, освітня програма		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	187 – «Деревообробні та меблеві технології»	
Освітня програма	освітньо-професійна	
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)	2-й	3-й
Семестр	4-й	5, 6-й
Лекційні заняття	15 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Лабораторні заняття	30 год.	4 год.
Самостійна робота	75 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	-

## 2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни – засвоєння майбутніми інженерами-технологами теоретичних основ термодинаміки, теорії тепло- та масообміну, раціонального використання енергоресурсів і захисту навколишнього середовища.

Завдання дисципліни – полягає у створенні теоретичної бази для вивчення студентами спеціалізованих питань теплової обробки листової деревини, сушіння шпону, пиломатеріалів та подрібненої деревини тощо.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен *знати*:

- основи технічної термодинаміки;
- основні положення теорії тепло- та масообміну;
- теплові процеси в теплоенергетичних установках та системах в с.г. виробництві;

- методи та технічні засоби використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії;

- законодавчу базу, методи та технічні засоби енергозбереження в теплотехнологіях.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти**:

- виконувати базові теплотехнічні розрахунки різноманітних технологічних процесів та систем теплопостачання;

- застосовувати сучасні технології при проектуванні теплоенергетичних установок різного призначення, зокрема для сушіння та теплової обробки деревини;

- під час проектування теплоенергетичного обладнання використовувати сучасні спеціалізовані комп'ютерні програми для числового моделювання;

- здійснювати техніко-економічне обґрунтування прийнятих інженерних рішень щодо доцільності застосування того чи іншого технологічного процесу та/або системи теплопостачання.

### **Набуття компетентностей:**

<b>Інтегральна компетентність</b>	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі деревообробних та меблевих технологій.
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>	ЗК01. Здатність до професійного спілкування державною та іноземною мовами. ЗК02. Прагнення до збереження навколишнього середовища. ЗК03. Навики здійснення безпечної діяльності. ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК05. Здатність працювати в команді. ЗК06. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК07. Здатність працювати автономно. ЗК08. Здатність приймати обґрунтовані рішення. ЗК09. 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. ЗК10. 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.
<b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)</b>	СК01. Здатність розв'язувати різноманітні проблеми і задачі деревообробних та меблевих виробництв шляхом використання як теоретичних, так і експериментальних методів. СК02. Здатність організувати роботу колективу виробничого підрозділу (дільниці, цеху), її планування, матеріальне та інформаційне забезпечення. СК03. Обізнаність з основними положеннями, методами, принципами фундаментальних та інженерно-технічних наук в обсязі, необхідному для розв'язання складних практичних проблем в деревообробному та меблевому виробництвах. СК04. Здатність застосовувати базові знання про будову та

	<p>властивості деревини, деревинних матеріалів та деревинних композитів під час вибору раціональних технологій їхнього застосування.</p> <p>СК05. Здатність виконувати розрахунки на міцність, довговічність, надійність та жорсткість продукції деревообробки, основних конструкційних елементів виробів з деревини і меблів, технологічних пристроїв, деревообробного обладнання та інструменту й інших об'єктів, які відносяться до сфери професійної діяльності.</p> <p>СК06. Обізнаність із нормативними документами з якості, стандартизації, метрології, сертифікації та галузевих стандартів України.</p> <p>СК07. Здатність обґрунтовувати вибір та визначати витрати сировини і матеріалів у виробництві пилопродукції, обґрунтовувати та розробляти технологічні процеси лісопиляльно-деревообробного виробництва.</p> <p>СК08. Здатність обґрунтовувати вибір та визначати витрати сировини і матеріалів, обґрунтовувати та розробляти технологічні процеси виробництва струганого та луценого шпону, фанерної продукції, деревинних плит та інших деревинних композитів.</p> <p>СК09. Здатність обґрунтовано вибирати технологію сушіння пиломатеріалів, заготовок, шпону та подрібненої деревини, а також технологічне обладнання для ведення процесу сушіння.</p> <p>СК10. Здатність проектувати і конструювати вироби з деревини і меблі та розробляти відповідну конструкторсько-технологічну документацію, вибирати та розраховувати витрати деревини, деревинних та інших матеріалів для виготовлення виробів з деревини та меблевих виробів, обґрунтовувати та розробляти технологічні процеси їхнього виробництва.</p> <p>СК11. Здатність забезпечувати ефективний технологічний процес з дотриманням правил безпечної роботи і охорони навколишнього середовища та характеризувати відходи технологічних процесів деревообробки та виготовлення виробів з деревини і меблів, визначати їх види та кількість, передбачати заходи щодо їх зменшення та покращення екології.</p> <p>СК12. Здатність працювати із спеціалізованим прикладним програмним забезпеченням для проектування виробів з деревини та меблів, технологічних процесів їхнього виготовлення та продукції деревообробки.</p> <p>СК13. Здатність аналізувати і розраховувати економічну ефективність існуючих та розроблених технологічних процесів деревообробки, виробів з деревини та меблів; узагальнювати результати виробничо-господарської діяльності підрозділу, розробляти ефективну бізнес-модель щодо започаткування підприємницької діяльності у сфері виробництва продукції і технологій деревообробки та виготовлення виробів з деревини та меблів.</p>
--	--

### ***Програмні результати навчання (ПРН):***

<p><b>Програмні результати навчання (ПРН)</b></p>	<p>РН01. Передавати свої знання, рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і неспеціалістам в ясній і однозначній формі.</p> <p>РН02. Реалізовувати свої права і обов'язки як члена суспільства.</p> <p>РН03. Усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.</p> <p>РН04. Володіти державною мовою на рівні достатньому для професійного та ділового спілкування.</p> <p>РН05. Використовувати іноземну мову для провадження професійної</p>
---	--

	<p>діяльності.</p> <p>PH06. Володіти навичками, які дають змогу продовжувати навчання самостійно або автономно.</p> <p>PH07. Оцінювати економічні, культурні, соціальні та етичні наслідки професійної діяльності.</p> <p>PH08. Мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання проблем і задач деревообробних та меблевих виробництв.</p> <p>PH09. Застосовувати основні розділи фундаментальних та інженерно-технічних наук для розв'язання складних практичних проблем в деревообробному та меблевому виробництвах.</p> <p>PH10. Використовувати довідкову та нормативну літературу, технологічну та конструкторську документацію для вирішення інженерних завдань, пов'язаних з професійною діяльністю.</p> <p>PH11. Організувати та керувати роботою первинного виробничого або проектного підрозділу.</p> <p>PH12. Використовувати затверджені інструкції з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності; втілювати заходи щодо виконання правил охорони праці та проводити інструктажі з охорони праці у дільниці (в цеху).</p> <p>PH13. Поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань, що відносяться до сфери професійної діяльності.</p> <p>PH14. Виконувати розрахунки, що відносяться до сфери професійної діяльності, із застосуванням інформаційних і комунікаційних технологій, сучасного програмного забезпечення та систем автоматизованого проектування.</p> <p>PH15. Здійснювати контроль та аналіз параметрів деревини, деревинних, клейових, опоряджувальних та інших використовуваних матеріалів відповідно до чинних методик та інструкцій.</p> <p>PH16. Раціонально використовувати сировинні, матеріальні та енергетичні ресурси на деревообробних та меблевих виробництвах, застосовувати досягнення науково-технічного прогресу щодо охорони навколишнього середовища.</p> <p>PH17. Розв'язувати типові спеціалізовані задачі, що пов'язані з розрахунком витрати сировини і матеріалів у процесах лісопиляльно-деревообробного виробництва, виробництві струганого та лущеного шпону, фанерної продукції, деревинних плит та деревинних композитів, розробкою технологічних процесів, режимів роботи обладнання та веденням технологічного процесу, виконанням технологічних та інженерних розрахунків.</p> <p>PH18. Розв'язувати типові спеціалізовані задачі, що пов'язані з проектуванням виробів з деревини та меблів, розробкою технологічних процесів, розрахунком основних та допоміжних матеріалів, режимів роботи обладнання та веденням технологічного процесу, виконанням технологічних та інженерних розрахунків.</p> <p>PH19. Працювати із спеціалізованим прикладним програмним забезпеченням для проектування виробів з деревини, меблів та продукції деревообробки, а також технологічних процесів їхнього виготовлення.</p>
--	--

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
<b>Змістовий модуль 1. Технічна термодинаміка</b>														
Тема 1. Перший закон термодинаміки	п н	6	2		2			1	1					
Тема 2. Термодинамічні процеси в реальних газах і парах	п н	36	2		2		30	3	2		1			
Тема 3. Другий закон термодинаміки та цикли теплових двигунів	п н	6	2		2			1	1					
Разом за змістовим модулем 1		48	6		12		30	5	4		1			
<b>Змістовий модуль 2. Основи теорії тепло- та масообміну</b>														
Тема 4. Теплопровідність	п н	6	2		2			2	1		1			
Тема 5. Конвективний теплообмін. Теплообмін випромінюванням	п н	31	2		2		25	2	1		1			
Разом за змістовим модулем 2		37	4		8		25	4	2		2			
<b>Змістовий модуль 3. Теплоенергетичні установки. Застосування теплоти в сільському господарстві</b>														
Тема 6. Теплопередача. Теорія теплообмінних апаратів	п н	6	2		2			2	1		1			
Тема 7. Котельні агрегати. Сушильні установки. Поновлювані джерела енергії	п н п	29	3		2		20	1	1					
Разом за змістовим модулем 3		35	5		10		20	3	2		1			
Усього годин		120	15		30		75	12	8		4			

#### 4. Теми семінарських занять

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

#### 5. Теми практичних занять

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

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення теплосмності повітря при атмосферному тиску	4
2	Дослідження процесів у вологому повітрі	4
3	Випробування поршневого компресора	4
4	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипучих матеріалів методом кулі	4
5	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від горизонтальної труби при вільній конвекції	4
6	Визначення коефіцієнта теплопередачі теплообмінного апарата	4
7	Дослідження процесу конвективного сушіння	6

#### 7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Термодинамічні процеси в ідеальних газах і парах	10
2	Третій закон термодинаміки та цикли теплових двигунів	10
3	Теплосмність	10
4	Способи теплопередачі	10
5	Використання теплоти в сільському господарстві	10
6	Поновлювальні джерела енергії	10
7	H-d діаграма	15

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

1. Наука, яка вивчає процеси перетворення енергії природних джерел в теплову, механічну, електричну енергію, а також будову технічних пристроїв, які беруть участь у цих перетвореннях – це ....

2. До термічних параметрів термодинамічної системи належать:

1	температура $T$ ,
2	абсолютний тиск $p_{\text{абс.}}$ ,
3	об'єм $V$ ;
4	питомий об'єм $v$ .

3. До калоричних параметрів термодинамічної системи належать:

1	ентропія $s$ ;
2	температура $T$ ;
3	ентальпія $h$ ;
4	внутрішня енергія $u$ .

4. Калоричний параметр, який представляє собою суму внутрішньої енергії та потенціальної енергії тиску – це ....

5. Розставте у відповідності до одиниць вимірювання кількості ідеального газу математичні записи рівняння стану:

Кількість ідеального газу	Форма запису рівняння стану
A) 1 кг ідеального газу;	1) $PV = mRT$ ;
B) $m$ кг ідеального газу;	2) $PV_{\mu} = \mu RT$ ;
C) 1 моля ідеального газу.	3) $Pv = RT$ .

6. Знайти масу  $1 \text{ м}^3$  водню при тиску  $0,6 \text{ МПа}$  та температурі  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

7. Знайти масу  $1 \text{ м}^3$  повітря при тиску  $0,5 \text{ МПа}$  та температурі  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ .

8. Знайти масу  $1 \text{ м}^3$  кисню при тиску  $0,26 \text{ МПа}$  та температурі  $227 \text{ }^\circ\text{C}$ .

9. Кількість теплоти, яку треба підвести (або відвести) до одиниці речовини для того, щоб її температура змінилась на  $1$  градус, чисельно дорівнює ...

10. „Теплота, підведена до термодинамічної системи, витрачається на зміну її внутрішньої енергії та виконання роботи проти зовнішніх сил ” – це формулювання ...

11. Розставте у відповідності до фізичної величини значення, якому вона чисельно дорівнює:

Параметр	Чисельно дорівнює
A) універсальна газова стала;	1) роботі, яку виконує $1 \text{ кг}$ ідеального газу в ізобарному процесі при зміні його температури на $1 \text{ К}$ ;



В) газова стала для даного газу;	2) роботі, яку виконує 1 моль ідеального газу в ізобарному процесі при зміні його температури на 1 К;
С) робота термодинамічного процесу;	3) площі під кривою процесу в $Ts$ - координатах;
Д) теплота термодинамічного процесу.	4) площі під кривою процесу в $Pv$ – координатах.

12. Рівняння Майєра записується таким чином:

1	$\delta q = du + \delta l$ ;
2	$R = c_p - c_v$
3	$Tds = du + pdv = dh - vdp$ ;
4	$\delta q = T ds.$

13. Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу його характерні ознаки:

Назва процесу	Ознака процесу
А) ізохорний;	1) $t = \text{const}$ ;
В) ізобарний;	2) $s = \text{const}$ ;
С) ізотермічний,	3) $p = \text{const}$ ;
Д) адіабатний.	4) $q = 0$ ;
	5) $v = \text{const}$ .

14. В ізохорному процесі зміна тиску ідеального газу прямо пропорційна зміні його ...

15. В ізотермічному процесі зміна тиску ідеального газу зворотно пропорційна зміні його ...

16. В ізобарному процесі зміна об'єму ідеального газу прямо пропорційна зміні його ...

17. 1 кг повітря при температурі  $t = 30^\circ\text{C}$  і початковому тиску  $P_1 = 0,1$  МПа ізотермічно стискається до кінцевого тиску  $P_2 = 1$  МПа. Чому дорівнює кінцевий об'єм повітря?

18. В резервуарі знаходиться вуглекислий газ при тиску  $P = 0,6$  МПа і температурі  $t = 327^\circ\text{C}$ . Яким стане тиск газу, якщо в ізохорному процесі газ охолодити на  $150^\circ\text{C}$ ?

19. Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу формули для обчислення роботи ідеального газу:

Назва процесу	Формула для обчислення роботи
А) ізобарний;	1) $l = R T \ln(v_2/v_1)$ ;
В) ізотермічний,	2) $l = R (T_1 - T_2)/(k-1)$ ;
С) адіабатний.	3) $l = R (T_1 - T_2)/(n-1)$ ;

D) політропний.	4) $l = R (v_2 - v_1)$ .
-----------------	--------------------------

20. Розставте у відповідності до назви термодинамічного процесу формули для обчислення теплоти ідеального газу:

Назва процесу	Формула для обчислення теплоти
A) ізобарний;	1) $q = R T \ln(v_2/v_1)$ ;
B) ізотермічний;	2) $q = c_n (T_2 - T_1)$ ;
C) адіабатний;	3) $q = 0$ ;
D) політропний.	4) $q = c_p (T_2 - T_1)$ .

21. 1 кг вуглекислого газу при температурі 47°C і початковому тиску 0,1 МПа ізотермічно стискається до тиску 1 МПа. Визначити затрачену роботу.

22. 1 кг повітря при температурі  $t = 30$  °C і початковому тиску  $P_1 = 0,1$  МПа ізотермічно стискається до кінцевого тиску  $P_2 = 1$  МПа. Яку кількість теплоти треба відвести від повітря?

23. 1 кг повітря при температурі  $t = 30$  °C і початковому тиску  $P_1 = 0,1$  МПа ізотермічно стискається до кінцевого тиску  $P_2 = 1$  МПа. Яку кількість теплоти треба відвести від повітря?

24. Рівняння Ван-дер-Ваальса записується такими чином:

1	$Pv = RT$
2	$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(V - b) = RT$
3	$PV_\mu = \mu RT$
4	$PV = mRT$

25. Закон Дальтона для вологого повітря записується таким чином:

1	$B = P_{с.п.} + P_n$
2	$P_{сум.} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$
3	$P_{абс.} = B + P_{ман.}$
4	$P_{сум.} = \sum_{i=1}^n P_i$

26. Розставте у відповідності до процесу реального газу назву параметру, який залишається сталим в цьому процесі:

Процес	Сталий параметр
A) нагрівання (охолодження) вологого повітря ;	1) ентальпія;
B) процес в ідеальній сушарці	2) температура;
C) пароутворення.	3) вологовміст;
	4) тиск.

27. Яке слово пропущено в реченні: „*Степенем сухості називається ... частка води, що перетворилася на пару*”?

28. Розставте у відповідності до стану речовини чисельне значення степені сухості:

Стан речовини	Степінь сухості $x$
A) вода:	1) $x = 1$ ;
B) волога насичена пара;	2) $0 < x < 1$ ;
C) суха насичена пара;	3) $x = 0$ .

29. Кількість теплоти, яку треба підвести до 1 кг рідини, щоб повністю перетворити її на пару, називається прихованою. теплотою...

30. Розставте у відповідності до кількості атомів в молекулі ідеального газу чисельне значення показника адіабати:

Газ	Показник адіабати
A) одноатомний;	1) 1,4;
B) двоатомний;	2) 1,28;
C) багатоатомний.	3) 1,66.

## 9. Методи навчання

Структура дисципліни передбачає надання студентам навчальної інформації та закріплення отриманих знань шляхом здачі іспиту. Викладання дисципліни ґрунтується на поєднанні модульних технологій навчання та залікових освітніх одиниць (залікових кредитів) з використанням інформаційно-ілюстраційного матеріалу у вигляді:

- лекцій у форматі діалогу, з елементами проблемності;
- візуалізації лекцій (Power Point презентації тощо).

Лабораторні заняття проводяться із застосуванням необхідного обладнання (печі, камери), устаткування (термометри, манометри та ін.), а також плакатів та макетів установок і обладнання для вимірювання тих чи інших величин.

Під час обробки отриманих експериментальних та розрахункових даних, студенти активно використовують ПЕОМ і відповідні програми для побудови та розрахунків математичних моделей (рівнянь регресії), розрахунку горіння палива, теплових втрат тощо.

## 10. Форми контролю

Контрольні заходи щодо оцінювання навчальних досягнень студентів з дисципліни «Основи теплотехніки» включають поточний та підсумковий контроль.

Поточне оцінювання здійснюється у процесі вивчення змістового модулю. Його основними завданнями є: встановлення й оцінювання рівнів

розуміння і первинного засвоєння окремих елементів змісту теми, встановлення зв'язків між ними та засвоєним змістом попередніх тем, закріплення знань, умінь і навичок.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання розрахункових робіт.

Формою проведення поточного контролю є оцінювання рівня теоретичної підготовки до них, правильність виконання індивідуальних завдань з вивченої теми та оформлення звіту з лабораторної роботи.

Підсумковий контроль з навчальної дисципліни «Основи теплотехніки» включає семестровий контроль.

Семестровий контроль проводиться у формі диференційованого заліку в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою, і в терміни, встановлені навчальним планом та розкладом заліково-екзаменаційної сесії.

Оцінювання знань студентів з навчальної дисципліни «Основи теплотехніки» здійснюється за чотирибальною шкалою, стобальною шкалою і шкалою ЄКТС.

## 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. № 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. Навчально-методичне забезпечення

1. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.О., Лазоренко В.О., Міщенко А.В., Шеліманова О.В. Теплотехніка. - Київ: Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.
2. Лазоренко В.О. Теплопостачання сільського господарства. Ч.1. Технічна термодинаміка і теплопередача. Лабораторний практикум. - НАУ, 2004.
3. Лазоренко В.О. Теплопостачання сільського господарства Ч.11. Використання теплоти в сільському господарстві. Лабораторний практикум. - НАУ, 2005.

### **13. Рекомендована література**

#### **- основна:**

1. Буляндра О.Ф., Драганов Б.Х. та ін., Теплотехніка. - К.: Вища школа, 1998. – 334 с.
2. Алабовский Н.А. и др. Теплотехніка. - К.: Вища школа, 1986.
3. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа, 1980. – 469 с.
4. Драганов Б.Х. и др. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. - К.: Агропромиздат, 1990. – 463 с.
5. Драганов Б.Х. и др. Применение теплоты в сельском хозяйстве. - К.: Вища школа, 1990. – 319 с.
6. Баскаков А.П. Теплотехника. - М.: Высшая школа, 1982.

#### **- допоміжна:**

1. Захаров А. А. Применение тепла в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1980.
2. Недужий М.А., Алабовский Н.А. Техническая термодинамика и теплопередача. - К.: Вища школа, 1980. – 224 с.
3. Рабинович М.М., Сборник задач по теплотехнической термодинамике. - М.: Машиностроение, 1973. – 344 с.
4. Исаченко В. П. и др. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975.

### **14. Інформаційні ресурси**

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1895>

<https://books.google.com.ua>