

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра інженерії енергосистем**

“ЗАТВЕРДЖЕНО”
ННІ енергетики, автоматики і
енергозбереження
“5” червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА, ГІДРАВЛІКА І ТЕПЛОТЕХНІКА»
ЧАСТИНА 3 – «ТЕПЛОТЕХНІКА»**

Галузь знань: 13 - «Механічна інженерія»
Спеціальність: 133 - «Галузеве машинобудування»
Освітня програма: «Галузеве машинобудування»
Факультет : «Конструювання та дизайну»

Розробники: доцент, к.т.н., доцент Міщенко Анатолій Васильович
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни «Електротехніка, гідравліка і теплотехніка»

Частина 3 – «Теплотехніка»

Завдання дисципліни - формування у студентів освітньої програми «Галузеве машинобудування» теоретичних знань практичних навичок з основ електротехніки, гідравліки і теплотехніки.

Частина 3 – «Теплотехніка» комплексної дисципліни «Електротехніка, гідравліка і теплотехніка» покликана сприяти засвоєнню студентами методів розрахунку та аналізу теплотехнічних процесів; охоплює різноманітні теми, пов'язані з термічними та калоричними параметрами стану термодинамічних систем. Студенти вивчатимуть термічне рівняння стану ідеального газу, яке описує зв'язок між тиском, об'ємом і температурою газу. Важливо також зрозуміти термодинамічні процеси ідеального газу, а також особливості термодинаміки реальних робочих тіл, включаючи вологе повітря та термодинамічні процеси в ідеальній конвективній сушарці.

Додатково, студенти вивчатимуть принципи другого закону термодинаміки та термодинамічний цикл Карно, який визначає максимальну ефективність теплових двигунів. Також будуть розглядатись термодинамічні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння, теплопровідність та конвективний теплообмін за законами Фур'є та Ньютона-Ріхмана.

Крім того, увагу буде приділено променевому теплообміну, зокрема, закону Стефана-Больцмана. Ця дисципліна дасть студентам глибокі знання про термодинаміку та теплопередачу, які можуть застосовуватися як при проектуванні так і при експлуатації машин і обладнання в різних технічних галузях.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Галузь знань	13 – Механічна інженерія	
Спеціальність	133 - «Галузеве машинобудування»	
Освітня програма	«Галузеве машинобудування»	
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	
Семестр	6	
Лекційні заняття	15 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	год.	год.
Лабораторні заняття	15 год.	год.
Самостійна робота	60 год.	год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	2 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни "Теплотехніка" полягає в оволодінні студентами знаннями про термічні та калоричні параметри стану термодинамічної системи, термічне рівняння стану ідеального газу, термодинамічні процеси ідеального газу, термодинаміку реальних робочих тіл, вологе повітря, ідеальні конвективні сушарки, другий закон термодинаміки, термодинамічний цикл Карно, термодинамічні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння, теплопровідність (закон Фур'є), конвективний теплообмін (закон Ньютона-Ріхмана), променевий теплообмін (закон Стефана-Больцмана) та їх використання у практичних ситуаціях з метою розвитку та поглиблення їхніх знань у цій галузі

Навчальна дисципліна забезпечує оволодіння необхідним обсягом теоретичних і практичних знань з основ технічної термодинаміки, тепломасообміну, теплоенергетичних установок. вихованню потреби систематичного поновлення власних знань та творчого їх використання у практичній діяльності

Набуття компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.
- ЗК7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- ЗК9. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.
- ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК11. Здатність працювати в команді.
- ЗК12. 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

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК/СК):

- ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування
- ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.
- ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.
- ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.
- ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.
- ФК9. Здатність здійснювати комерційну та економічну діяльність у сфері галузевого машинобудування.
- ФК10. Здатність розробляти плани і проекти у сфері галузевого машинобудування за невизначених умов, спрямовані на досягнення мети з урахуванням наявних обмежень,

розв'язувати складні задачі і практичні проблеми підвищення якості продукції та її контролювання

Практичні результати навчання (РН)

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

РН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

РН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

РН10. Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань. РН11. Вільно спілкуватися з інженерним співтовариством усно і письмово державною та іноземною мовам.

РН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

РН13. Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування.

РН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	тижні	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	14
Змістовий модуль 1. „Термодинаміка”													
Тема 1. Термічні і калоричні параметри стану термодинамічної системи	1-2	12	2		2		8						
Тема 2. Термодинамічні процеси ідеального газу	3-4	12	2		2		8						
Тема 3. Термодинаміка реальних робочих тіл. Вологе повітря	5-6	12	2		2		8						
Тема 4. Другий закон термодинаміки. Термодинамічний цикл Карно	9-10	12	2		2		8						
Тема 5. Термодинамічні цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання	7-8	12	2		2		8						

Разом за змістовим модулем 1	1-10	60	10		10		40	60	10		10		40
Змістовий модуль 2. „Тепломасообмін”													
Тема 6. Теплопровідність	11-12	12	2		2		8						
Тема 7. Конвективний теплообмін	13-14	12	2		2		8						
Тема 8. Променевий теплообмін	15	6	1		1		4						
Разом за змістовим модулем 2		30	5		5		20	30	5		5		20
Усього годин		90	15		15		60	90	15		15		60

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Термічні та калоричні параметри стану термодинамічної системи. Термічне рівняння стану ідеального газу	2
2.	Термодинамічні процеси ідеального газу	2
3.	Термодинаміка реальних робочих тіл. Вологе повітря. Ідеальна конвективна сушарка	2
4.	Другий закон термодинаміки. Термодинамічний цикл Карно	2
5.	Термодинамічні цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання	2
6.	Теплопровідність. Закон Фур'є	2
7.	Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана	2
8.	Променевий теплообмін. Закон Стефана-Больцмана	1
	Всього:	15

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення теплоємності повітря	2
2.	Дослідження процесів у вологому повітрі	2
3.	Випробування поршневого компресора	2
4.	Визначення коефіцієнта теплопровідності сипких матеріалів методом кулі	2
5.	Визначення коефіцієнта тепловіддачі від горизонтальної труби за умов вільної конвекції	2
6.	Дослідження рекуперативного теплообмінника	2
7.	Випробування холодильної установки	1
	Всього:	15

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1. Термічне рівняння стану ідеального газу	8
2.	Тема 2. Термодинамічні процеси ідеального газу	8
3.	Тема 3. Термодинаміка реальних робочих тіл. Вологе повітря. Ідеальна конвективна сушарка	8
4.	Тема 4. Другий закон термодинаміки. Термодинамічний цикл Карно	8
5.	Тема 5. Термодинамічні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння	8
6.	Тема 6. Теплопровідність. Закон Фур'є	8
7.	Тема 7. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана	8
8.	Тема 8. Променевий теплообмін. Закон Стефана-Больцмана	4
	Всього:	60

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання: (вибрати необхідне чи доповнити)

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних/практичних, розрахункових/графічних робіт, проєктів;

7. Методи навчання (вибрати необхідне чи доповнити):

- метод проєктного навчання;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

8. 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. <i>Термодинаміка</i>		
Лабораторна робота 1	Поглибити теоретичні знання з технічної термодинаміки та тепломасообміну	10
Лабораторна робота 2		10
Лабораторна робота 3		10
Лабораторна робота 4		10
Лабораторна робота 5		10
Самостійна робота 1		6
Самостійна робота 2		6
Самостійна робота 3		6
Самостійна робота 4		6
Самостійна робота 5		6
Модульний контроль	Тестування	20
Всього за модулем 1		100

Модуль 2 <i>Тепломасообмін</i>		
Лабораторна робота 6	Поглибити теоретичні знання процесу теплопередачі в теплообмінних апаратах	10
Лабораторна робота 7	Засвоїти методику експериментального отримання термодинамічних характеристик парокомпесійних холодильних машин	10
Самостійна робота 6	Поглибити теоретичні знання процесу передачі тепла теплопровідністю (закон Фур'є), конвекцією (закон Ньютона-Ріхмана), випромінюванням (закон Стефана-Больцмана)	20
Самостійна робота 7		20
Самостійна робота 8		20
Модульний контроль	Тестування	20
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	
Курсовий проект/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)

9. Навчально-методичне забезпечення:

1. Електронний навчальний курс навчальної дисципліни на навчальному порталі НУБіП України eLearn
<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1620>
2. Драганов Б.Х. Основи теплотехніки і гідравліки : навч. посіб / Б.Х. Драганов, А.В. Міщенко, Ю.О. Борхаленко; За ред. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 495 с.
3. Теплотехніка / [Драганов Б.Х., Долінський А.А. Міщенко А.В., Письменний Є.М.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: «ІНКОС», 2005. – 504с.
http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/12098/mod_resource/content/1/%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf
4. Драганов Б.Х. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем : підручник / Б.Х. Драганов, В.В. Іщенко, О.В. Шеліманова; За ред. проф. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 320 с.
5. Теплотехніка / [Драганов Б.Х., Долінський А.А. Міщенко А.В., Письменний Є.М.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: «ІНКОС», 2005. – 504с.
http://moodle.nati.org.ua/pluginfile.php/12098/mod_resource/content/1/%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf
6. Дідур В.А., Стручаєв М.І. Теплотехніка, теплопостачання і використання теплоти в сільському господарстві / За заг. ред. В.А. Дідура. – К.: Аграрна освіта, 2008. – 233 с.
7. Проектування систем теплопостачання сільського господарства / [Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Міщенко А.В., Шутюк В.В.]; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: Техніка, 2003. – 160 с.
8. Експлуатація теплоенергетичних установок і систем : підруч. / [Драганов Б.Х., Іщенко В.В., Шеліманова О.В.] ; за ред. Б.Х. Драганова. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 230 с.
9. Методика дипломного проектування з теплопостачання [Текст] : навчальний посібник для студентів напрямку "Енергетика та електротехнічні системи АПК" / В. В. Чекменьев [та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2013. – 552 с.

Державні стандарти України

1. ДСТУ 2339-94 «Енергозбереження. Основні положення».
2. ДСТУ 2420-94 «Енергозбереження. Терміни та визначення».
3. ДСТУ 4110-2002 «Енергоощадність. Методика аналізу та розрахування питомих витрат енергоресурсів» (ANSI/IEEE 739:1995, NEQ).
4. ДСТУ 2671-94 «Теплоутилізатори. Методи випробовування».
5. ДСТУ 2677-94 «Теплоутилізатори. Типи та основні параметри».

6. ДСТУ 3581-97 (ГОСТ 30517-97) «Енергозбереження. Методи вимірювання і розрахунку теплоти згоряння палива».
7. ДСТУ 3401-97 (ГОСТ 30486-97) «Енергозбереження. Методи та засоби вимірювань теплових величин. Загальні положення».
8. ДСТУ 3635-98 (ГОСТ 30604-98) «Енергозбереження. Установки теплоутилізаційні. Загальні положення».
9. ДСТУ 4035-2001 (ГОСТ 25380-2001) «Енергозбереження. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та довкіллям».
10. ДСТУ 3818-98 «Енергозбереження. Вторинні енергетичні ресурси. Терміни та визначення».
11. ДСТУ 4090-2001 (ГОСТ 31188-2003) «Енергозбереження. Ресурси енергетичні вторинні. Методика визначення показників виходу та використання (ГОСТ 31188-2003, ІТД)»
12. ДСТУ 2275-93 «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Терміни та визначення».
13. ДСТУ 3569-97 (ГОСТ 30514-97) «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Основні положення».
14. ДСТУ 3859-99 «Енергоощадність. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Теплові насоси. «Повітря-вода» для комунально-побутового теплопостачання. Загальні технічні вимоги і методи випробувань».
15. ДСТУ 4034-2001 (ГОСТ 30757-2001) «Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробовування».

10. Рекомендовані джерела інформації

1. <http://www.kmu.gov.ua> - Кабінет Міністрів України.
2. <http://www.portal.rada.gov.ua> – Верховна Рада України.
3. <https://mon.gov.ua/ua> – Міністерство освіти і науки України
4. <http://www.google.com.ua> - пошуковий сайт.
5. <http://www.meta.ua> - пошуковий сайт.
6. <http://nubip.edu.ua/> - головна сторінка сайту НУБіП України.
7. <https://elearn.nubip.edu.ua/login/index.php> – навчально-інформаційний портал НУБіП України
8. <https://nubip.edu.ua/node/2394> – електронна бібліотека НУБіП України.
9. <https://nubip.edu.ua/structure/nni-eae> – навчально-інформаційний портал ННІ енергетики і автоматики
10. <http://www.nbu.gov.ua/> – національна бібліотека України імені В.І.Вернадського, Київ.
11. www.haer.org.ua. Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів.
12. www.ive.org.ua. Інститут відновлюваної енергетики НАН України