

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра

Технічної кріофізики  
(назва)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_

(назва комісії)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Теплові насоси

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) \_\_\_\_\_  
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань \_\_\_\_\_ **14 «Електрична інженерія»** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціальність \_\_\_\_\_ **142 «Енергетичне машинобудування»** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація \_\_\_\_\_ **142-03 «Кріогенна та холодильна техніка»** \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

вид дисципліни \_\_\_\_\_ професійна підготовка \_\_\_\_\_  
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання \_\_\_\_\_ денна \_\_\_\_\_  
(денна / заочна)

Харків – 2017 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни \_\_теплові насоси\_\_  
(назва дисципліни)

Розробники:

Професор, к.т.н., доцент Кухаренко В.М.

\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кухаренко В.М.

(ініціали та прізвище)

\_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

\_\_\_\_\_технічна кріофізика\_\_\_\_\_

(назва кафедри)

Протокол від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року № \_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ О.Ю. Сіпатов

(назва кафедри)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Назва випускової кафедри \_\_\_\_ Технічної кріофізики \_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ О.Ю. Сіпатов \_\_\_\_\_  
(підпис) (ініціали та прізвище)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

## **МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мета видирати тип теплового насосу, обчислювати характеристики та термодинамічні параметри теплового насосу, розраховувати параметри обладнання

**ПР 3.** Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

**ФК 1.** Здатність продемонструвати систематичне розуміння ключових аспектів та концепції розвитку галузі енергетичного машинобудування.

**ФК2.** Здатність застосовувати свої знання і розуміння для визначення, формулювання і вирішення інженерних завдань з використанням загальнонавчаних методів.

**ФК 4.** Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

**ФК 5.** Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

**ФК 6.** Здатність вибирати основні й допоміжні матеріали та способи реалізації основних теплотехнологічних процесів при створенні нового обладнання в галузі енергомашинобудування і застосовувати прогресивні методи експлуатації теплотехнологічного обладнання для об'єктів енергетики, промисловості і транспорту,

комунально-побутового та аграрного секторів економіки.

**ФК 7.** Здатність брати участь у роботах з розробки і впровадження теплотехнологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових енергетичних об'єктів та систем.

**ФК 8.** Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

**ФК 9.** Здатність виконувати роботи зі стандартизації, уніфікації та технічної підготовки до сертифікації технічних засобів, систем, процесів, устаткування й матеріалів, організувати метрологічне забезпечення теплотехнологічних процесів з використанням типових методів контролю якості продукції у галузі енергетичного машинобудування.

**ФК 10.** Здатність забезпечувати моделювання об'єктів і процесів з використанням стандартних і спеціальних пакетів програм та засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів.

**ФК 11.** Здатність використовувати стандартні методики планування експериментальних досліджень, здійснювати обробку та узагальнення результатів експерименту.

**ФК 12.** Здатність брати участь у роботі над інноваційними проектами, використовуючи методи дослідницької діяльності.

**ПР 4.** Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Фізика	Математичне моделювання та математичні методи низких температур
Математика	Теоретичні основи низькотемпературної техніки
Інформатика	

## ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	з них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	<b>120</b>	<b>32</b>	<b>88</b>							

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає \_\_\_\_\_ (%):

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
			<b>Модуль № 1 (2 кр)</b>	
<b>1</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 1. Вступ. Загальні відомості про теплові насоси</b> <b>Теплові насоси.</b> Загальні відомості Принцип дії і класифікація теплових насосів Конструкції теплових насосів Джерела теплоти теплових насосів Методи розрахунку теплонасосних установок Завдання для практичного заняття Вибір розрахункових температур циклу Вибір робочих речовин Термодинамічний розрахунок простого циклу парокомпресійної холодильної машини (теплового насосу)	
<b>2</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>2</b>	<b>Завдання</b> Розрахунок парокомпресійного теплового насосу	
<b>3</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 2. Парокомпресійні теплові насоси</b> Історія теплових насосів Цикли ТН з дроселюванням холодоагента, з переохолодженням холодоагента, зі всмоктуванням сухої та перегрітої пари. Ідеальний теплонасосний цикл. Реальний теплонасосний цикл. Компресійні теплові насоси. Ексергетичний аналіз. Приклад розрахунку компресійного теплового насосу	
<b>4</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>2</b>	<b>Завдання</b> розрахунок регенеративного парокомпресійного теплового насосу	
<b>5</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 3. Робочі тіла парокомпресійного теплового насосу. Двоступеневі теплові насоси</b> Цикли парових компресійних холодильних машин Причини переходу до багатоступеневого стиснення. Вплив багатоступеневого стиснення та дроселювання на необернені втрати у циклі. Вибір проміжного тиску. Приклади двоступеневих холодильних машин. Розрахунок термодинамічного циклу багатоступеневої ХМ.	
<b>6</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>2</b>	<b>Завдання</b> Розрахунок двоступеневого теплового насосу	
<b>7</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 4. Теплоносії. Теплові насоси на базі діоксиду вуглецю</b> Джерела низькопотенційної енергії Транскритичні цикли роботи теплового насоса на діоксиді вуглецю Детандерний цикл в області газового	



			стану діоксиду вуглецю Комбінований цикл із компресорно-детандерним агрегатом	
8	ЛЗ		Завдання Розрахунок двоступеневого теплового насосу - варіант 2	
9	Л	2	Заняття 5. Пароежекторні теплові насоси Пароежекторні теплові насоси Приклад розрахунку пароежекторного ТН Розрахунок ПЕТН на діоксиді вуглецю	
10	ЛЗ	2	Завдання Тест "ПЕХМ". Розрахунок пароежекторного теплового насосу	
	М1	2	<b>Модульна контрольна № 1</b>	
11		2	Заняття 6. Розчини і їх властивості Властивості бінарної системи Однорідні бінарні суміші. Неоднорідні ідеальні бінарні суміші. Неоднорідні недосконалі бінарні суміші. Побудова діаграми І-х, її призначення	
12			Завдання Аналіз результатів розрахунків ПКТН	
13	Л	2	Заняття 8. Абсорбційний тепловий насос Абсорбційні холодильні машини Схеми та принцип дії АХМ. Проста схема АХМ. Теплові розрахунки теоретичних процесів різних схем АХМ. Графічний розрахунок простої схеми машини. Абсорбційна машина з теплообмінником. АХМ с теплообмінником розчинів та ректифікацією пари після генератора	
14	ЛЗ	2	Завдання. Розрахунок абсорбційного теплового насосу	
15	Л	2	Заняття 7. Бромісто-літієвий тепловий насос Бромісто-літієві АХМ Особливості процесів абсорбційної бромісто-літієвої ХМ. Аналіз дійсних процесів АХМ Абсорбційні теплові насоси знижувального типу Аналіз реальних процесів абсорбційного бромісто-літієвого теплового насосу знижувального типу. Розрахунок параметрів циклу Режимні параметри Режимні характеристики Термодинамічні особливості абсорбційних теплових насосів підвищувального типу Розрахунок абсорбційного теплового насосу підвищувального типу	
16	ЛЗ	2	Завдання. Розрахунок бромісто-літієвого абсорбційного теплового насосу	
17	Л	2	Заняття 9. Технологічні схеми теплових насосів. Дизайн мислення Agile для початківців. Scrum	
18	ЛЗ	2	Завдання Технічне обґрунтування проекту	
19	Л	2	Заняття 10. Патентний та літературний пошук Пошук в електронних бібліотеках (електронних ресурсах) Пошукові системи загального призначення (універсальні). Спеціалізовані пошукові системи. Електронний каталог як частина довідково-пошукового апарата бібліотеки. Продукти сімейства Google. Джерела інформації	
20	ЛЗ	2	Завдання Визначення базових характеристик	

			проекту	
<b>21</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 11. Елементи теплових насосів</b> Конструкції та особливості розрахунку основних апаратів АХМ Елементи теплових насосів	
<b>22</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>2</b>		
<b>23</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 12. Периферійне обладнання</b>	
<b>24</b>	<b>ЛЗ</b>		<b>Завдання</b> Вибір комплектації. Підготовка звіту	
<b>25</b>	<b>Л</b>	<b>2</b>	<b>Заняття 13. Перспективи розвитку теплових насосів</b>	
<b>26</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>2</b>	<b>Завдання</b> Оцінка проектів	
	<b>М2</b>	<b>2</b>	<b>Модульна контрольна № 2</b>	
<b>Усього</b>		<b>56</b>		
<b>Разом (годин)</b>				

**Примітки**

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятися від загальної кількості аудиторних годин на кількість годин, що відведена на вивчення тем та питань, які вивчаються студентом самостійно (п. 3 додатку 8).
3. У графі 5 вказується номер відповідно до Додатку 14.

## САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	
4	Виконання індивідуального завдання:	
5	Інші види самостійної роботи	
	Разом	



## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

(надається опис методів навчання)

Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та відповіді на контрольні питання.

Перевернутий клас – самостійне опрацювання теоретичного матеріалу, тестування, відповіді на контрольні питання та обговорення теоретичного матеріалу та розв'язання задач на занятті.

Виконання розрахункових завдань та формулювання висновків.

Формулювання проблемних питань до теоретичного матеріалу

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

(надається опис методів контролю)

Використовується рейтингова система контролю.

На кожному тижні контролюється робота з текстом та відповіді на тестові завдання. Виконання індивідуальних завдань та проходження тестів. Протягом тижня студент може отримати 100 балів.

До кожного модуля та курсу передбачено проходження підсумкових тестів, кожен дає студенту до 100 балів.

Система підраховує кількість балів, що набрав студент, та переводить у 100-бальну шкалу.

Лекційний контроль та тести перевіряють знання, розумінні та використання знань. Вміння аналізу та синтезу перевіряють індивідуальні завдання та курсовий проект.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				
T1	T2	...	...	...	...	...	...	100

T1, T2, ... – номери тем змістових модулів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

(надається перелік складових навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни та посилання на сайт, де вони розташовані)

Навчально-методичне забезпечення надається до тижневих занять. Починається воно з плану роботи, де перераховуються всі види діяльності тижня. До індивідуальних завдань надаються приклади виконання.



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова література

1	<b>Арсеньєв В. М.</b> Теплові насоси: основи теорії і розрахунку : навчальний посібник / В. М. Арсеньєв, С. С. Мелейчук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 364 с.
2	Дзино А.А., Малинина О.С. Тепловые насосы: Учеб.-метод. Пособие СПб.: Университет ИТМО, 2016. 43 с.
3	Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. Информационно – методическое издание. — М.: Издательство «Перо», 2016. — 204 с.
...	
n	

### Допоміжна література

n+1	
n+2	
...	
...	

## **ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ**

(перелік інформаційних ресурсів)

Дистанційний курс

Всі інші ресурси надані у курсі на відповідних темах