

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

Кафедра _____ Технічна кріофізика _____
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії _____
(назва комісії)

(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 20 _____ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розширювальні машини та пристрої

(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 – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Розширювальні машини та пристрої

(назва дисципліни)

Розробники:

ст.викладач

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

С.В.Юшко

(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 ТКФ

(назва кафедри)

(підпис)

О.Ю.Сіпатов

(ініціали та прізвище)

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: усвідомлення призначення розширювальних машин та пристроїв в холодильних та кріогенних системах. Знання будови, принципу дії та області застосування розширювальних машин об'ємної та динамічної дії, будову їх основних вузлів та деталей; вміння аналізувати та розраховувати процеси робочих циклів розширювальних машин, проводити конструкторські та повірочні розрахунки. Знання будови та принципу дії розширювальних пристроїв, порядку підбору типу та типорозміру розширювального пристрою при проектуванні низькотемпературної системи.

Компетентності: ЗК-1, ЗК-2, ЗК-5,
ПК-4, ПК-5, ПК-8, ПК-10,
ПКс-2, ПКс-3, ПКс-5, ПКс-6.

(Вказується шифр компетентності з освітньої програми спеціальності або спеціалізації, яка забезпечується даною навчальною дисципліною)

Результати навчання: РН-1 (Знання і розуміння математики та тепломасообміну, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, трансформації (перетворення) енергії, технічної механіки, конструкційних матеріалів на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми).

РН-4 (Здатність розуміти інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Енергетичне машинобудування»; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень).

(Вказується шифр результатів навчання з освітньої програми спеціальності або спеціалізації, які забезпечуються даною навчальною дисципліною.)

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика	Теоретичні основи холодильної та кріогенної техніки
Загальна фізика	Кріогенні системи скраплення та розділення газових сумішей
Інформаційні технології в кріогенній та холодильній техніці	Пристрої та автоматизація холодильних та кріогенних систем
Технічна термодинаміка при низьких температурах	
Тепломасообмін	

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	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Денна форма навчання										
7	180	80	100	48	32	-	КР	2	-	Е
Денна прискорена форма навчання										
5	180	80	100	48	32	-	КР	2	-	Е

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 44,4 %):

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
			Змістовий модуль № 1. Поршневі розширювальні машини	
1	Л	2	<u>Тема 1.</u> Вступ. Застосування розширювальних машин та елементів в холодильній техніці. Сфери застосування розширювальних машин і елементів. Основні етапи розвитку розширювальних машин. Рівняння стану ідеальних та реальних газів.	1,2,3
2	Л	2	<u>Тема 2.</u> Урахування реальності газів при розрахунках поршневих компресорів. Принцип дії і класифікація розширювальних машин. Основні конструктивні елементи.	1,2,3,4
3	Л	2	<u>Тема 3.</u> Поршковий детандер. Устрій, дія, основні конструктивні елементи. Класифікація.	1,2,3,4
4	Л	2	<u>Тема 4.</u> Конструктивні схеми поршневих детандерів. Види механізмів газорозподілу, їх робота, переваги та недоліки.	1,2,3,4
5	Л	2	<u>Тема 5.</u> Ідеальний поршковий детандер, його індикаторна діаграма. Розрахунки характеристик детандера за допомогою моделі ідеального детандера.	1,2,3,4
6	Л	2	<u>Тема 6.</u> Дійсний поршковий детандер та його робочий процес. Індикаторна та температурна діаграма дійсного детандера.	1,2,3,4
7	Л	2	<u>Тема 7.</u> Діаграма руху поршня детандера у часі. Розрахунок тривалості процесів робочого циклу поршневого детандера.	1,2,3,4
8	Л	2	<u>Тема 8.</u> Теплообмін робочого тіла з циліндром поршневого детандера під час циклу. Розрахунок теплових втрат.	1,2,3,4
9	Л	2	<u>Тема 9.</u> Вимоги до ущільнення поршневих детандерів. Конструкція. Розрахунок витоків та теплоти тертя поршневого ущільнення.	1,2,3,4
10	Л	2	<u>Тема 10.</u> Розрахунок температур робочого тіла у характерних точках циклу поршневого детандера.	1,2,3,4
11	Л	2	<u>Тема 11.</u> Розрахунок температур робочого тіла у характерних точках циклу поршневого детандера. Розрахунок кінцевої температури робочого тіла у циклі. Розрахунок адіабатного КПД та холодильного коефіцієнта детандера.	1,2,3,4
12	Л	2	<u>Тема 12.</u> Тепловий розрахунок поршневого детандера з клапанним газорозподілом без витоків.	1,2,3,4
13	Л	2	<u>Тема 13.</u> Урахування витоків при тепловому розрахунку поршневого детандера з клапанним газорозподілом.	1,2,3,4
14	Л	2	<u>Тема 14.</u> Тепловий розрахунок поршневого детандера з безклапанним та змішаним газорозподілом без витоків.	1,2,3,4
15	Л	2	<u>Тема 15.</u> Система змазування. Система очищення газу. Регулювання холодопродуктивності поршневих розширювальних машин.	1,2,3,4
16	Л	2	<u>Тема 16.</u> Особливості конструкцій, експлуатаційні параметри поршневих детандерів ПРУ, гелієвих та водородних установок.	1,2,3,4
17	ЛЗ	4	Розрахунок та побудова індикаторної діаграми поршневого детандера з клапанним газорозподілом.	1,2,3,4

18	ЛЗ	4	Розрахунок та побудова індикаторної діаграми поршневого детандера з безклапанним та змішаним газорозподілом.	1,2,3,4
19	ЛЗ	4	Теплообмін в циліндрі поршневого детандера. Розрахунок теплопритоків кожного з процесів поршневого детандера.	1,2,3,4
20	ЛЗ	4	Визначення температур у характерних точках індикаторної діаграми та середньої температури виходу робочого тіла детандера.	1,2,3,4
Змістовий модуль № 2. Розширювальні машини динамічної дії. Розширювальні пристрої.				
21	Л	2	<u>Тема 17.</u> Радіальні та осьові розширювальні машини динамічної дії: устрій та принцип дії, сфера застосування. Основні робочі елементи, їх конструкція.	3,4,5
22	Л	2	<u>Тема 18.</u> Активний та реактивний турбодетандер. Особливості їх конструкції та робочого процесу. Засоби регулювання холодопродуктивності турбодетандера, їх переваги та недоліки.	3,4,5
23	Л	2	<u>Тема 19.</u> Особливості конструкцій, експлуатаційні параметри турбодетандерів ПРУ, гелієвих та водородних установок.	3,4,5
24	Л	2	<u>Тема 20.</u> Класифікація та сфера застосування розширювальних пристроїв в холодильній техніці. Автоматичний регулюючий вентиль: устрій та принцип дії.	4,5,6
25	Л	2	<u>Тема 21.</u> Терморегулюючий вентиль (ТРВ): устрій та принцип дії. Різновиди ТРВ: з внутрішнім та зовнішнім зрівнюванням, з обмеженням тиску, з газовим заповненням.	4,5,6
26	Л	2	<u>Тема 22.</u> Різновиди ТРВ: з обмеженням тиску, з газовим заповненням. Розташування ТРВ, дистанційного термобалону, лінії зовнішнього зрівнювання в холодильній системі. Термоелектричний регулюючий вентиль.	4,5,6
27	Л	2	<u>Тема 23.</u> Визначення номінальної продуктивності та вибір регулюючого вентиля. Капілярна трубка- розширювальний та регулюючий елемент в холодильній системі. Принцип дії. Переваги та недоліки. Розташування в холодильній системі.	4,5,6
28	Л	2	<u>Тема 24.</u> Поплавкові розширювальні пристрої (регулятори розходу) низького та високого тиску: устрій та принцип дії, сфера застосування. Регулюючі вентиля з керуючим пристроєм.	4,5,6
29	ЛЗ	4	Дослідження впливу тиску після процесу розширення, відсічки наповнення, ступеню наповнення на характеристики поршневого детандера.	1,2,3,4
30	ЛЗ	4	Дослідження впливу тиску після процесу обратного стиснення, відсічки виштовхування, ступеню обратного стиснення на характеристики поршневого детандера.	1,2,3,4
31	ЛЗ	4	Дослідження впливу мертвого об'єму на характеристики поршневого детандера.	1,2,3,4
32	ЛЗ	4	Дослідження впливу частоти циклів та зазору в поршневому ущільненні на характеристики поршневого детандера.	1,2,3,4
Разом (годин)		80		

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	24
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	-
4	Виконання індивідуального завдання:	50
5	Інші види самостійної роботи	10
	Разом	100

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Курсова робота

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	Проектування поршневого детандера з клапанним/безклапанним газорозподілом та дослідження впливу конструктивних та режимних параметрів на його характеристики	16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу "Розширювальні машини та пристрої" здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист курсової роботи).

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до лабораторного заняття шляхом розв'язання задач, перевірка домашніх завдань, захист курсової роботи.

Модульний контроль: контрольна робота (теоретичні питання та розв'язання задач).

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквіуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1	Поршневі розширювальні машини	9
2	Розширювальні машини динамічної дії. Розширювальні пристрої	16

Семестровий контроль: екзамен в усній формі за екзаменаційними білетами. Результати поточного контролю (сумарна оцінка за кожен модуль) за бажанням студента враховуються на екзамені.

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

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

1 семестр

Поточне тестування та самостійна робота													
Змістовий модуль 1													
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Змістовий модуль 2											Сума		
T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	ЛЗ	КР	100	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	28		

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

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

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

1. Конспект лекцій
2. Варіанти для виконання курсового проекту
3. Перелік питань до екзамену
4. Підручники, задачники

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Новотельнов В.Н. Криогенные машины: Учебник для вузов.- СПб.: Политехника, 1991.- 335 с.
2	Техника низких температур. /Под ред. Е.И. Микулина и др.- М.: Энергия, 1975. 512 с.
3	Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. /Под ред. И.А.Сакуна. – Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-ние, 1987.- 423 с.
4	Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. /Под ред. Н.Н.Кошкина. – Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-ние, 1976.- 462 с.
5	Епифанова В. И. Компрессорные и расширительные турбомашины радиального типа. М.: Машиностроение, 1984.
6	Холодильные машины. /Под ред. И.А.Сакуна. – Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-ние, 1985.-510 с.

Допоміжна література

7	Техническая термодинамика. /Под ред. В. И. Крутова. - М.: Высшая школа, 1991. - 384 с.
8	Справочник по физико- техническим основам криогеники. /Под ред. М.П.Малкова. - М.: Энергоатомиздат, 1985.- 430 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)