

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

Кафедра Технічна кріофізика
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії з енергетичного машинобудування
(назва комісії)

_____ О.В. Єфімов
(підпис) (ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 20 _____ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Кріогенні системи скраплення та розділення газових сумішей
(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 142.06 Кріогенна та холодильна техніка
(шифр і назва)

вид дисципліни професійна підготовка
(загальна підготовка / професійна підготовка)

форма навчання денна
(денна / заочна)

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Кріогенні системи скраплення та розділення газових сумішей

(назва навчальної дисципліни)

Розробники:

прф.,д.т.н., прф.

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Г.Г.Жунь

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Технічна кріофізика

(назва)

Протокол від 4 квітня 2017 року № 6

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

Метою вивчення дисципліни є освоєння студентами фізичних процесів, конструкцій і технологій, що використовуються в пристроях для скраплення газів та розділення газових сумішей. Вивчаються також принципи їх роботи і основні вузли, термодинамічні основи розрахунків і аналізу процесів та циклів, що відбуваються в апаратах; методи оптимізації параметрів і характеристик процесів у даних пристроях.

Компетентності: ЗК-1, ЗК-5, ЗК-7

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

Результати навчання: РН-2 (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:
Курс математики	САПР
Курс інформатики	
Фізика	
Електротехніка, електроніка	
Методи дослідження в низькотемпературній техніці	
Основи цифрової та мікропроцесорної техніки	
Термодинаміка	

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, Розрахунково-графічна робота		Контрольні роботи (кількість робіт) консультації	Залік	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	92/3			40	42			2		Е

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	
1	л.	2	<p style="text-align: center;">Модуль1. Джерела отримання різних газів та методи їх виділення і області застосування. Проблеми безпеки при роботі з криогенними системами</p> <p><u>Тема 1</u> Вхідна лекція. Основні області застосування криогенних температур, криогенних та інертних газів. Джерела їх отримання. Основні характеристиками.</p> <p><u>Тема 2</u> Методи розділення газових сумішей на окремі компоненти.</p> <p><u>Тема 3</u> Функціональна схема ректифікаційної установки</p> <p><u>Тема 4</u> Проблеми безпеки при роботі з криогенними системами і температурами.</p> <p><u>Тема 5</u> Небезпечності, пов'язані з використанням високого тиску та інертних газів.</p> <p><u>Тема 6</u> Особливості Н₂. Схеми установок для скраплення водню</p> <p><u>Тема 7</u> Дослідження циклу скраплення Н₂.</p> <p><u>Тема 8</u> Методи очищення кріагентів від різних домішок. Метод сепарації.</p> <p><u>Тема 9</u> Дослідження роботи маслового сепаратора.</p> <p><u>Тема 10</u> Очищення кріагентів методом фільтрації.</p> <p><u>Тема 11</u> Електричний метод очищення кріагентів від домішок.</p> <p><u>Тема 12</u> Хімічні методи очищення кріагентів.</p> <p><u>Тема 13</u> Очищення кріагентів за допомогою металів та окислів.</p> <p><u>Тема 14</u> Особливість рідкого гелія. Схеми установок для скраплення Не.</p> <p><u>Тема 15</u> Дослідження роботи скраплювача Не за допомогою детандерних циклів.</p> <p><u>Тема 16</u> Дослідження Не скраплювача.</p> <p style="text-align: center;">Модуль2.Фізичні методи очищення і роздулення газів. Адсорбційні процеси. Теорія і природа адсорбційних сил.</p> <p><u>Тема 17</u> Фізичні методи очищення і розділення газів.</p> <p><u>Тема 18</u> Адсорбційні процеси. Природа адсорбційних сил.</p>		
2	л.	2			
3	л.	2			
4	л.	2			
5	л.	2			
6	л.	2			
7	л.	2			
8	л.	2			
9	л.	2			
10	л.	2			
11	л.	2			
12	л.	2			
13	л.	2			
14	л.	2			
15	л.	2			
16	л.	2			
17	л.	2			
18	л.з.	2			

1	2	3	4	5
19	л.	2	Тема 19 Структура адсорбентів. Макропори, перехідні мікропори.	
20	л.	2	Тема 20 Полімолекулярна та мономолекулярна адсорбція.	
21	л.з.	2	Тема 21 Кількісні характеристики процесу адсорбції.	
22	л.	2	Тема 22 Статична та динамічна адсорбція.	
23	л.	2	Тема 23 Методи дослідження адсорбційної рівноваги.	
24	л.	2	Тема 24 Ваговий метод дослідження процесу адсорбції.	
25	л.	2	Тема 25 Динамічний метод дослідження процесу адсорбції.	
26	л.	2	Тема 26 Об'ємний метод дослідження процесу адсорбції.	
27	л.	2	Тема 27 Теоретичні основи процесу адсорбції. Рівняння Генрі для ізотерми адсорбції.	
28	л.	2	Тема 28 Теорії Фрейндліха та Ленгмюра для ізотерми адсорбції.	
29	л.	2	Тема 29 Теорія Поляні для полімолекулярної адсорбції.	
30	л.	2	Тема 30 Теорія полімолекулярної адсорбції БСТ.	
31	л.	2	Тема 31 Методи оприділення поверхні адсорбентів.	
32	л.	2	Тема 32 Десорбційні процеси.	
33	л.	2	Тема 33 Блок адсорбційного сушіння повітря.	
34	л.	2	Тема 34 Блок адсорбційної очистки H_2 та He .	
35	л.	2	Тема 35 Дослідження процесу очистки повітря високого тиску на ректифікаційній установці.	
<i>Разом (годин)</i>				

Примітки

1. Номер семестру вказують, якщо дисципліна викладається у декількох семестрах.
2. У показнику «Разом (годин)» кількість годин буде відрізнятись 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	

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1		

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу Кріогенні системи скраплення та розділення газових сумішей здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального навчального розрахункового завдання).

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка виконання лабораторних робіт та їх здача, перевірка ІДЗ (Р).

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

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквіуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1		
2		

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

___ семестр

Поточне тестування та самостійна робота																		
Змістовий модуль 1																		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
Змістовий модуль 2																	Сума	
T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	ЛЗ		

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 індивідуальних домашніх завдань
3. Перелік питань до екзамену
4. Підручники, задачники

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. В 2-х томах. Под ред. профессор В. И. Епифановой и Л. С. Аксельрода. М.: Машиностроение, 1973 – 250 с.
2	Головко Г.А. Установки для производства инертных газов. Л.:Машиностроение, 1974 г. – 384 с.
3	Наринский Г.Б. Ректификация воздуха. М.: Машиностроение, 1978. — 248 с.
4	Архаров А.М., Марфенина И.В., Микулин Е.И. Криогенные системы. Том 1. Основы теории и расчета М.: Машиностроение, 1988. — 464 с.
5	Справочник по физико-техническим основам криогеники. Под ред. проф. Малкова М.П. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 432 с.
6	Жунь Г.Г. Кригенні енергозберігаючі системи теплозахисту, вакуумування та пристрої. Монографія. - Х.: НТУ «ХП», 2017 г. – 150 с.
7	Васютинский С.Ю. Теоретические основы разделения смесей. Одесса: Астропринте, 2008. — 230 с.
8	Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М. Криогенные технологии извлечения редких газов, Одесса: ПО «Издательский центр», 2009. - 232 с.
9	Взрывобезопасность воздухоразделительных установок. Под ред. проф. Беяева.
10	Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники М.: Химия, 1976. — 512 с
11	Жунь Г.Г. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт. - Х.: НТУ «ХП»

Допоміжна література

12	
13	
14	
15	