

**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**

Спеціальні розділи розрахунків енергетичного устаткування

( назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_  
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 – 2022 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Спеціальні розділи теорії розрахунків енергетичного устаткування

(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)

В.В.Старіков

(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:** ознайомлення з класифікацією та структурою САПР та її забезпеченнями, усвідомлення проектування об'єкта на основі композиції процедур синтезу та аналізу (оптимізації). Вивчення можливостей найбільш типових програм проектування і моделювання технічних пристроїв низькотемпературних систем (Solkanе, CoolPack, REFPROP та ін.), отримання практичних навичок застосування їх для проектування низькотемпературних систем.

**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-6 (Здатність розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосування адекватної методології проектування).

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика	Розрахунок та проектування холодильного обладнання
Основи програмування інженерних задач в енергетиці	Спеціальні низькотемпературні технології і системи
Прикладне програмне забезпечення в енергетиці	Системи кондиціонування та життєзабезпечення
Тепломасообмін	Енергозощаджуючі технології в енергетиці
Теоретичні основи холодильної та криогенної техніки	
Математичні методи та моделі енергетичного обладнання в розрахунках на ЕОМ	

## 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
<b>9</b>	<b>120/4</b>	<b>48</b>	<b>72</b>	<b>32</b>		<b>16</b>	<b>Р</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>Е</b>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 40,0 %):

## 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	<b>Змістовий модуль № 1. Методи оптимізації в задачах проектування</b> <u>Тема 1.</u> Загальні відомості про проектування. Причини виникнення САПР та історія її розвитку. Стадії та етапи проектування. Аспекти проектування. Визначення та класифікація САПР. Склад та структура САПР. Види забезпечення САПР. Принципи побудови САПР. Типові проектні процедури: аналіз та синтез.	1,2,3
2	Л	2	<u>Тема 2.</u> Задача прийняття рішення в САПР. Класифікація задач. Вибір критеріїв оптимальності. Способи об'єднання частих критеріїв в узагальнений (побудови цільової функції).	1,2,3,4
3	Л	2	<u>Тема 3.</u> Математичне програмування. Методи пошуку оптимальних рішень в одновимірних задачах безумовної та умовної оптимізації (методи виключення інтервалів).	1,2,3,4
4	Л	2	<u>Тема 4.</u> Методи пошуку оптимальних рішень в одновимірних задачах безумовної та умовної оптимізації (методи поліноміальної апроксимації).	1,2,3,4
5	Л	2	<u>Тема 5.</u> Методи пошуку оптимальних рішень в багатовимірних задачах безумовної та умовної оптимізації.	1,2,3,4
6	Л	2	<u>Тема 6.</u> Задача лінійного програмування. Форми задачі ЛП. Методи перетворення задачі ЛП до канонічного вигляду. Симплекс-метод розв'язання задачі ЛП.	1,2,3,4
7	Л	2	<u>Тема 7.</u> Приклади типових задач ЛП. Розв'язання задач ЛП в пакетах MathCAD та Excel.	1,2,3,4
8	Л	2	<u>Тема 8.</u> Види забезпечення САПР, їх призначення. Технічне забезпечення. Програмне забезпечення САПР. Загально системне, базове та спеціальне програмне забезпечення. Інформаційне забезпечення САПР. Визначення, склад, специфіка інформаційного забезпечення САПР. Моделі даних: реляційна, ієрархічна, сітьова. Проектування інформаційного забезпечення.	1,2,3,4
9	Л	2	<u>Тема 9.</u> Математичне забезпечення САПР. Математичні моделі. Класифікація та вимоги до математичних моделей. Математичні моделі об'єктів проектування на мікроуровні, макроуровні і метауровні. Методи отримання математичних моделей.	1,2,3,4
10	Л	2	<u>Тема 10.</u> Синтез технічних об'єктів в САПР. Структурний синтез та параметрична оптимізація. Особливості розв'язання задач структурного синтезу. Послідовні методи в задачах проектування складних об'єктів.	1,2,3,4
11	Л	2	<b>Змістовий модуль № 2. Моделювання та оптимізація низькотемпературних систем.</b> <u>Тема 11.</u> Професійний пакет програм CoolPack для проектування холодильних систем: призначення і можливості. Методика роботи з	3,4,5

12	Л	2	пакетом. <u>Тема 12.</u> Професійний пакет програм Solkane для проектування холодильних систем: призначення і можливості. Методика роботи з пакетом.	3,4,5
13	Л	2	<u>Тема 13.</u> Професійний пакет програм SimpleOne Stage CO2 Cycle для проектування холодильних систем на CO <sub>2</sub> : призначення і можливості. Методика роботи з пакетом.	3,4,5
14	Л	2	<u>Тема 14.</u> Професійний пакет програм Refprop для проектування криогенних систем: призначення і можливості. Методика роботи з пакетом.	3,4,5
15	Л	2	<u>Тема 15.</u> Професійний пакет програм Kryotherm для проектування термоелектричних охолоджуючих систем: призначення і можливості. Методика роботи з пакетом.	4,5,6
16	Л	2	<u>Тема 16.</u> Професійні пакети програм Kryotherm для підбору обладнання при проектуванні холодильних систем: призначення і можливості. Методика роботи з пакетами.	4,5,6
17	ПЗ	2	Методи одновимірної оптимізації (метод ділення пополам).	4,5,6
18	ПЗ	2	Методи одновимірної оптимізації (золотого сечення).	4,5,6
19	ПЗ	2	Методи багатовимірної оптимізації (методи прямого пошуку).	4,5,6
20	ПЗ	2	Розв'язання задачі лінійного програмування в пакеті MathCAD.	4,5,6
21	ПЗ	2	Розв'язання задачі лінійного програмування в пакеті Excel.	1,2,3,4
22	ПЗ	2	Проектування холодильної системи (CoolPack).	1,2,3,4
23	ПЗ	2	Проектування холодильної системи (Solkane).	1,2,3,4
24	ПЗ	2	Розрахунок теплофізичних та термодинамічних властивостей чистих речовин та сумішей у пакеті REFPROP	1,2,3,4
Разом (годин)		48		

#### 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	32
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	16
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	-
4	Виконання індивідуального завдання:	18
5	Інші види самостійної роботи	6
	Разом	72

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

### Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	<p>Проектування та оптимізація теплообмінного апарата заданого типу для роботи у складі низькотемпературної системи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для холодильної машини (компресійної або абсорбційної) с заданими робочими параметрами провести термодинамічний розрахунок і визначити вихідні дані для розрахунку одного з теплообмінних апаратів (конденсатора або випарника, або генератора, або абсорбера, або регенеративного ТА).</li> <li>2. Для заданої конструкції ТА ("тип труба в трубі", трубчатий з пластинчатим оребренням, пластинчатий, змеевіковий і т.д.) створити програму розрахунку ТА.</li> <li>3. Сформувати цільову функцію для оптимізації ТА.</li> <li>4. З використанням програми розрахунку провести оптимізацію ТА і визначити його оптимальні конструктивні параметри. Контрольні точки параметрів оптимізації вибирати у відповідності до методів золотого перерізу або половинного ділення.</li> </ol>	16



## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу "Спеціальні розділи теорії розрахунків енергетичного устаткування" здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захисту розрахункового завдання).

## МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до лабораторного заняття шляхом опитування, перевірка домашніх завдань, захист розрахункового завдання.

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

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквіуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1	Методи оптимізації. Задача лінійного програмування	9
2	Використання фахового програмного забезпечення для проектування низькотемпературних систем	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
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Змістовий модуль 2						Сума			
T11	T12	T13	T14	T15	T16	ПЗ	Р	100	
2	2	2	2	2	2	32	36		

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
5. Юшко С.В., Борщ О.Е., Юшко М.А. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання по дисципліні "Тепломасообмен" із застосуванням пакету MathCAD.- Харків: НТУ "ХПІ», 2007.- 52с. ([http://web.kpi.kharkov.ua/krio/wp-content/uploads/sites/41/2013/03/ТМО.MathCAD\\_Ushko.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/krio/wp-content/uploads/sites/41/2013/03/ТМО.MathCAD_Ushko.pdf))

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

#### Базова література

1	Корячко В.П., Купрейчик В.М., Норенков І.М. Теоретичні основи САПР.- К.: Вища школа, 1997.- 400 с.
2	Петренко А.І., Семенов О.І. Основи побудови систем автоматизованого проектування. – К.: Вища школа, 1995.- 294 с.
3	Норенков І.П. Автоматизоване проектування. - К.: Вища школа, 2000. - 188с.
4	Норенков І.П. Основи автоматизованого проектування. - К.: Вища школа, 2002. – 336 с.
5	Норенков І. П., Маничев В. Б. Основи теорії проектування САПР: Підручник для втнз.- К.: Вища школа, 1990.- 335 с.

#### Допоміжна література

6	Бартків А.Б. Turbo Pascal: Алгоритми і програми: Чисельні методи в фізиці та математиці: Навч. Посіб.- К.: Вища школа, 1992.- 247 с.
7	Юшко С.В., Борщ О.Е., Юшко М.А. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання по дисципліні "Тепломасообмен" із застосуванням пакету MathCAD.- Харків: НТУ "ХПІ», 2007.- 52с
8	Поршнев С.В. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів з використанням пакету MathCAD. Навчальний посібник - К.: Вища школа, 2002.- 252 с.