

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Технічна кріофізика
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

**КОМПЛЕКС НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ**

Спеціальні питання тепломасообміну
(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)

освітня програма Енергетика
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни профільна /вибіркова
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна / заочна
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2021 рік

АНОТАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва показників	Характеристика
Повна назва дисципліни	Спеціальні питання тепломасообміну
Викладацький склад	Руденко Н.З..
Спеціальність	Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Енергетика
Кількість годин	5 семестр – 80;
Кредити ECTS	5 семестр – 6;
Опис	<p>В рамках курсу :придбання знань та навичок для проведення розрахунків теплових та масообмінних процесів в теплообмінних апаратах різного призначення та типів.</p> <p>Мета вивчення дисципліни: засвоєння основних законів передачі теплової енергії та маси, методів розрахунку теплових та концентраційних потоків, необхідних при розрахунках та проектуванні теплоенергетичного обладнання та апаратів низькотемпературної техніки.</p> <p>Результати навчання полягають у наступному: отримання практичних навичок використання основних методів розрахунку теплових задач в низькотемпературній техніці.</p> <p>Методи навчання: навчання 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).</p>
Тип дисципліни	Профільна/ вибіркова
Підсумковий контроль	Екзамен у 5 семестрі

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

Кафедра Технічна кріофізика
(назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри Технічна кріофізика
(назва кафедри)

В.В.Стариков
(підпис) (ініціали та прізвище)

« » 20 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Спеціальні питання тепломасообміну

(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)

Освітня програма Енергетика
(назви освітніх програм спеціальностей)

вид дисципліни профільна/вибіркова
(загальна підготовка / професійна підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання денна/заочна
(денна / заочна)

Харків – 2021 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Спеціальні питання тепломасообміну

_____ (назва дисципліни)

Розробники:

ст.викладач, к.т.н

_____ (посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

М.З.Руденко

_____ (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.Стариков

_____ (ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПІБ Гаранта ОП	Підпис, дата

Голова групи забезпечення спеціальності _____

(ПІБ, підпис)

« _____ » _____ 20__ р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Гарант освітньої програми

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

Мета: засвоєння основних законів передачі теплової енергії та маси, методів розрахунку теплових та концентраційних потоків, необхідних при розрахунках та проектуванні теплоенергетичного обладнання та апаратів низькотемпературної техніки..

Компетентності: ФКС6-1, ФКС6-2, ФКС6-3.

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

Результати навчання: полягають у наступному:

Придбання знань та навичок для проведення розрахунків теплових та масообмінних процесів в теплообмінних апаратах різного призначення та типів

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Вища математика	Теплотехнічні вимірювання та прилади
Загальна фізика	Проектування теплообмінних апаратів
Інформаційні технології в криогенній та холодильній техніці	Тепломасообмін при заморожуванні та збереженні харчових продуктів
Гідрогазодинаміка	Енергозаощаджуючі технологіїв енергетиці
Термодинаміка	Криогенні системи скраплення та розділення газових сумішей

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
5	180/6	80	100	48	32	-	Р	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
1	Л	2	Тема 1. Задачі курсу ТМО. Особливості теплообміну при низьких температурах. Властивість криогенних рідин	
2	Л	2	Тема 2. Основні форми передачі тепла.	
3	Л	2	Тема 3. Дифференційні рівняння конвективного теплообміну	
4	ЛЗ	4	Визначення коефіцієнта теплопроводності методом динамічного калориметра	
5	Л	2	Тема 4. Рівняння: енергії, руху, суцільності. Умови однозначності	
6	Л	2	Тема 5. Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну	
7	Л	2	Тема 6. Приведення дифференційних рівнянь конвективного теплообміну і умов однозначності до безрозмірного виду	
8	ЛЗ	4	Визначення критеріїв подібності Re, Nu для різних форм каналів при різних температурах	
9	Л	2	Тема 7 Теплообмін при примусовому омиванні продольної плоскої поверхні	
10	ЛЗ	4	Визначення коефіцієнтів теплообміну для плоскої поверхні.	
11	Л	2	Тема 8. Теплообмін при течії рідини в трубах	
12	Л	2	Тема 9. Тепловіддача в трубах круглого перерізу, гнутих і шороховатих трубах	
13	ЛЗ	4	Дослідження впливу штучної шороховатості на процес теплообміну у кільцевому каналі	
14	Л	4	Тема 10. Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні труб і пучка труб	
15	Л	2	Тема 11 Теплообмін при вільному русі рідини	
16	ЛЗ	4	Визначення коефіцієнтів теплообміну для вільно-конвективного русі повітря біля вертикальної пластини	
17	Л	2	Тема 12 Теплообмін при конденсації чистих парів.	
18	Л	4	Тема 13. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин. Режими кипіння.	

19	Л	2	Тема 14. Крива кипіння. Кризи.	1,8
20	Л	2	Тема 15. Режими кипіння в горизонтальних і вертикальних трубах	1,5
21	ЛЗ	4	Рішення теплових задач на кипіння холодоагентів в трубах	
22	ЛЗ	4	Експериментальне визначення кривої кипіння азоту	
23	Л	2	Тема 16. Тепло-масообмін в двокомпонентних середовищах. Диференційні рівняння тепло-масообміну	1,5
24	Л	2	Тема 17. Трійна аналогія. Стефанів потік	1,3
25	Л	2	Тема 18. Тепло-масообмін при вимерзанні домішок із газової суміші	5,10
26	Л	2	Тема 19. Теплообмінні апарати. Класифікація. Конструктивні форми	4,5,7
27	Л	4	Тема 20. Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів	4,7,10
28	Л	4	Тема 21. Гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів	7,8
29	Л	4	Тема 22. Методика розрахунку теплообмінних апаратів	4,7
30	ЛЗ	4	Розрахунок теплового навантаження на холодильну камеру.	
Разом (годин)		80		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	30
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських) занять	20
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	25
4	Виконання індивідуального завдання:	20
5	Інші види самостійної роботи	5
	Разом	100

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
	<p>1. Визначити коефіцієнт теплообміну мідного ребра товщиною 1 мм і висотою 50 мм з температурою – 25 С та повітрям з температурою – 10 С.</p> <p>2. Визначити коефіцієнт теплопередачі через бічну стінку термокузова розміром 2 х 6 м, яка складається із: зовнішнього сталюого (12Х18Н10Т) листа товщиною 0,8 мм, внутрішнього алюмінієвого (АМГ) листа товщиною 1 мм та пінополіуретанової ізоляції товщиною 80 мм. Температура повітря в середині кузова – 10 С а зовнішня + 35 С, швидкість авто 100 км/год.</p> <p>3. Визначити коефіцієнт теплообміну в середині труби розміром Ф22 Х 1 мм по якій тече потік повітря з температурою 200 К та тиском 0,1 МПа.</p> <p>4. Визначити мінімальну швидкість руху повітря, яку необхідно забезпечити в трубі розміром Ф42 Х 1 мм, для організації турбулентного режиму руху при температурі повітря 250 К та тиску 1 МПа.</p> <p>5. Визначити режим руху повітря в середині труби діаметром 20 мм при витраті 10 кг/ год, температурі 130 К та тиску 5 МПа.</p> <p>6. Визначити значення критерія Рейнольдса для прямокутного каналу розміром 20 х 50 см по якому протікає газоподібний азот з витратою 600 кг/год при атмосферному тиску та температурі 150 К.</p> <p>7. Визначити коефіцієнт тепловіддачі від повітря з температурою -10 С та стельовою трубою Ф 40 Х 2 мм, в якій кипить аміак з температурою -25 С.</p> <p>8. Визначити зовнішнє теплове навантаження на холодильну камеру (для фруктів) розміром 2 х 6 х 2 м з пінополіуретанових панелей товщиною 100 мм при температурі повітря 25 С.</p> <p>9. Визначити кількість рідкого азоту який випарується за 1 день із сферичного кріостату Ф400 мм виготовленого з полірованої сталі та обладнаним горловиною з сталюї труби 12Х18Н10Т розміром Ф40 Х 0,5 мм і довжиною 200 мм.</p>	12

	10. Визначити режим руху повітря з температурою 320 К який обтікає плоску поверхню довжиною 2 м із витратою 360 кг/год.	
--	---	--

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу «Спеціальні питання тепло масообміну» здійснюється у формі навчальних занять (лекції, лабораторні заняття, консультації), а також у формі самостійної роботи (опрацювання навчального матеріалу, виконання та захист індивідуального завдання).

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до лабораторного заняття шляхом розв'язання задач, перевірка домашніх завдань, перевірка ІДЗ (Р).

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

№ з/п	Назва модульної контрольної роботи та колоквиуму	Терміни проведення (на якому тижні)
1	Модульна контрольна робота № 1	5
2	Модульна контрольна робота № 2	10

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 2. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	Р	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
....20.30.	20...20	10	100

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

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу модуля, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, що передбачений модулем; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
			- Знання основних	Невміння давати

64-74	Д	Задовільно	фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування ; - вміння вирішувати прості практичні задачі .	аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки ; - невміння вирішувати складні практичні задачі .
-------	---	------------	---	---

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

- 1.Методичні вказівки дисципліни
- 2.Конспект лекцій
- 3.Варіанти індивідуальних домашніх завдань
- 4.Перелік питань до екзамену
- 5.Підручники, задачники

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Ісаченко В.П. Теплопередача.- К.:Колос, 1999.- 416 с.
2	Тепломасообмін. - Під ред. Є.І.Гуйко. К.:Острів,1999.- 320 с.
3	Міхеєв М.А. Основи теплопередачі.- К.:Колос,2004.- 342 с.
4	Крохін Ю.И. Тепломасообмінні апарати кріогенної техніки.- К.:Техносфера,2006.- 312 с.
5	Ісаченко В.П. Теплообмін при конденсації. – К.: Наукова думка,1997.- 240с.

Допоміжна література

6	Беляєв Н.М.. Основи теплопередачі.- К.: Вища шк., 1999.- 343 с.
7	Крейт Ф., Блэк У. Основи теплопередачі.: Пер. с англ.- К.: Наукова думка,1998.- 512 с.
8	Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теорія тепломасообміну: Пер. с англ.- К.: Техносфера,2006.- 321 с.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Технічна кріофізика
Спеціальність Енергетичне машинобудування
Освітня програма Енергетика
Форма навчання денна / заочна
Навчальна дисципліна « Спеціальні питання тепло масообміну»
Семестр 5

КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛЮ

Модульна контрольна робота №1

Завдання 1 Особливості теплообміну при низьких температурах. Властивість кріогенних рідин

Завдання 2 Тепловіддача в трубах круглого перерізу.

Завдання 3. Гідродинамічний і тепловий прикордонні шари.

Завдання 4 Тепловіддача в гнутих і шороховатих трубах.

Завдання 5 Теплообмін при вільному русі рідини.

Завдання 6 Теплообмін при примусовому омиванні продольної плоскої поверхні

Завдання 7 . Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин.

Завдання 8 Режими кипіння.

Завдання 9 Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні труб і пучка труб.

Завдання 10 Крива кипіння. Кризи.

..

Модульна контрольна робота №2

Завдання 1 Основні форми передачі тепла

Завдання 2 Тепло-масообмін в двокомпонентних середовищах

Завдання 3 Тепло-масообмін при вимерзанні домішок із газової суміші..

Завдання 4 Стратифікація кріогенних рідин.

Завдання 5 Класифікація теплообмінних апаратів..

Завдання 6 Трійна аналогія. Стефанів потік

Завдання 7 Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів

Завдання 8 Методика розрахунку теплообмінних апаратів

Завдання 9 Гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів

Завдання 10 Розрахунок теплового навантаження на холодильну камеру.

Кафедра _____ Технічна кріофізика _____
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування _____
Освітня програма _____ Енергетика _____
Форма навчання _____ денна / заочна _____
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну _____

Семестр _____ 5 _____

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ТА ЗАВДАНЬ, ВКЛЮЧЕНИХ ДО ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БІЛЕТІВ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ

Кількість білетів _____ 18 _____

Затверджено на засіданні кафедри
протокол № _____ 5 _____ від _____ 7 _____ грудня _____ 2021 _____ р.

Зав. кафедрою ТКФ _____ Старіков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Екзаменаційний білет №1

1. Питання 1 . Особливості теплообміну при низьких температурах. Властивість кріогенних рідин.

2. Питання 2 Тепловіддача в трубах круглого перерізу..

Екзаменаційний білет №2

1. Питання 1 Гідродинамічний і тепловий прикордонні шари.

2. Питання 2 Тепловіддача в гнутих і шороховатих трубах.

Екзаменаційний білет №3

1. Питання 1 . Дифференційні рівняння конвективного теплообміну

2. Питання 2 Теплообмін при вільному русі рідини.

Екзаменаційний білет №4

1. Питання 1. Рівняння: енергії, руху, суцільності. Умови однозначності.

2. Питання 2 . Тепло-масобмін при вимерзанні домішок із газової суміші.

Екзаменаційний білет №5

1. Питання 1 Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну.

2. Питання 2 Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин. Режими кипіння.

Екзаменаційний білет №6

1. Питання 1 Приведення дифференційних рівнянь конвективного теплообміну і умов однозначності до безрозмірного виду

2. Питання 2 Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні труб і пучка труб

Екзаменаційний білет №7

1. Питання 1 Теплообмін при течії рідини в трубах

2. Питання 2 Трійна аналогія. Стефанів потік

Екзаменаційний білет №8

1. Питання 1 Теплообмін при примусовому омиванні продольної плоскої поверхні

2. Питання 2 Крива кипіння. Кризи.

Екзаменаційний білет №9

1. Питання Тепло-масобмін при вимерзанні домішок із газової суміші

2. Питання 2 Методика розрахунку теплообмінних апаратів..

Екзаменаційний білет №10

1. Питання 1 Теплообмін при вільному русі рідини

2. Питання 2 Тепло-масообмін в двокомпонентних середовищах

Екзаменаційний білет №11

1. Питання 1. Теплообмін при конденсації чистих парів

2. Питання 2 Основні форми передачі тепла.

Екзаменаційний білет №12

1. Питання 1. Теплообмін при конденсації чистих парів..

2. Питання . Особливості теплообміну при низьких температурах

Екзаменаційний білет №13

1. Питання 1 . Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні циліндра

2. Питання 2 Крива кипіння

Екзаменаційний білет №14

1. Питання 1 . Трійна аналогія. Стефанів потік.

2. Питання 2 Режими кипіння в горизонтальних і трубах.

Екзаменаційний білет №15

1. Питання 1 Методика розрахунку теплообмінних апаратів

2. Питання 2 Еквівалентний діаметр каналів

Екзаменаційний білет №16

1. Питання 1 Гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів.

2. Питання 2 Режими кипіння в вертикальних трубах.

Екзаменаційний білет №17

1. Питання 1 Теплообмінні апарати. Класифікація. Конструктивні форми

2. Питання 2 Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин.

Екзаменаційний білет №18

1. Питання 1 Критерії подібності процесів конвективного теплообміну.

2. Питання 2 Стратифікація криогенних рідин

**Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»**

**Діагностика якості вищої освіти
(екзаменаційні білети навчального предмету
«Спеціальні питання тепло масообміну»**

спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну

Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Особливості теплообміну при низьких температурах. Властивість кріогенних рідин.
2. Тепловіддача в трубах круглого перерізу.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

----- ✂

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2

1. Гідродинамічний і тепловий прикордонні шари.
2. Тепловіддача в гнутих і шороховатих трубах.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3

1. Дифференційні рівняння конвективного теплообміну
2. Теплообмін при вільному русі рідини.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4

1. Рівняння: енергії, руху, суцільності. Умови однозначності
2. Тепло-масообмін при вимерзанні домішок із газової суміші
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5

1. Подібність і моделювання процесів конвективного теплообміну
 2. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин. Режими кипіння.
 3. Задача.
- Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6

1. Приведення дифференційних рівнянь конвективного теплообміну і умов однозначності до безрозмірного виду
2. Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні труб і пучка труб
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7

1. Теплообмін при течії рідини в трубах
2. Трійна аналогія. Стефанів потік
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

✂

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 8

1. Теплообмін при примусовому омиванні продольної плоскої поверхні
2. Крива кипіння. Кризи.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9

1. Тепло-масобмін при вимерзанні домішок із газової суміші.
2. Методика розрахунку теплообмінних апаратів.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10

1. Теплообмін при вільному русі рідини.
2. Тепло-масообмін в двокомпонентних середовищах.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11

1. Теплообмін при конденсації чистих парів.
2. Основні форми передачі тепла.
3. Задача..

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

✂-----

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12

1. Теплообмін при конденсації чистих парів.
2. Особливості теплообміну при низьких температурах.
3. Задача. .

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13

1. Тепловіддача при примусовому поперечному омиванні циліндра.
2. Крива кипіння.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14

1. Трійна аналогія. Стефанів потік.
2. Режими кипіння в горизонтальних і трубах.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15

1. Методика розрахунку теплообмінних апаратів.
2. Еквівалентний діаметр каналів.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16

1. Гідродинамічний розрахунок теплообмінних апаратів.
2. Режимы кипіння в вертикальних трубах.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17

1. Теплообмінні апарати. Класифікація. Конструктивні форми.
2. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.

✂-----

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Кафедра _____ Технічна кріофізика
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма _____ Енергетика
Форма навчання _____ денна / заочна
Навчальна дисципліна _____ Спеціальні питання тепломасообміну.
Семестр _____ 5 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18

1. Критерії подібності процесів конвективного теплообміну.
2. Стратифікація кріогенних рідин.
3. Задача.

Затверджено на засіданні кафедри технічної кріофізики, протокол № 5 від 7 грудня 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.