

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**

Конструкційні особливості низькотемпературних установок
(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)

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	Конструкційні особливості низькотемпературних установок
Викладацький склад	Руденко Н.З..
Спеціальність	Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Енергетика
Кількість годин	9 семестр – 80;
Кредити ECTS	9 семестр – 5;
Опис	<p>В рамках курсу :вивчення конструкційних особливостей низькотемпературних систем.</p> <p>Мета вивчення дисципліни: Придбання знань та навичок проектування основних елементів герметичних систем низькотемпературного обладнання. Вивчення зміни властивостей конструкційних матеріалів при низьких температурах.</p> <p>Результати навчання полягають у наступному: отримання практичних навичок проектування низькотемпературних установок.</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 9 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

_____ Конструкційні особливості низькотемпературних установок _____
(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)

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

Конструкційні особливості низькотемпературних установок

(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: придбання знань та навичок проектування основних елементів герметичних систем низькотемпературного обладнання. Вивчення зміни властивостей конструкційних матеріалів при низьких температурах.

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 проектування основних елементів герметичних систем низькотемпературного обладнання..

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка	Перспективні конструкції, інноваційні проекти і програми в енергетичному машинобудуванні
Опір матеріалів	Кріобіологічні технології та обладнання
Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів	Тепломасообмін при заморожуванні та збережуванні харчових продуктів
Монтаж, експлуатація та сервіс холодильних установок	Енергозощаджуючі технології в енергетиці

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
9	150/5	80	70	48	16	16	Р	2	-	Е

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53,3 %):

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 Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.	1,2
2	Л	2	Тема 2. Особливості властивостей матеріалів при низьких температурах.	1,2
3	Л	2	Тема 3. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.	1,2
4	Л	4	Тема 4. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання..	2
5	Л	2	Тема 5. Вплив вакууму на властивості матеріалів.	3
6	ПЗ	4	Визначення необхідної довжини стягуючого болту герметичного фланцевого з'єднання.	
7	Л	2	Тема 6. Тертя та змащення при низьких температурах та в вакуумі.	1
8	ЛЗ	4	Дослідження впливу охолодження мастила на його в'язкість.	
9	Л	2	Тема 7. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах	2
10	Л	2	Тема 8. Конструкція герметичних з'єднань	1,2
12	Л	4	Тема 9. Конструкція герметичних електровводів.	
13	Л	2	Тема 10. Конструкції елементів герметичного з'єднання різностінних елементів методом зварювання.	
14	Л	4	Тема 11. Герметична пайка конструкційних елементів.	1,2,6
15	ПЗ	4	Визначення необхідної товщини стінки корпусних елементів камер.	4,5
16	Л	2	Тема 12. Конструкційні особливості вакуумних та криогенних камер.	4,5
17	Л	2	Тема 13. Конструкція герметичних стиків	

			низькотемпературного обладнання.	
18	ЛЗ	4	Вивчення герметичної пайки_конструкційних матеріалів	6
19	Л	2	Тема 14. Герметичні ущільнювачі вакуумних та криогенних камер.	4
20	Л	4	Тема 15. Конструкція герметичних шлюзових камер.	
21	Л	2	Тема 16. Конструкція герметичних вікон.	2
22	Л	4	Тема 17. Конструкція опорів та підвісок криокамер.	2,3,8
23	Л	2	Тема 18. Захистні елементи вакуумних та криогенних камер.	6,7,10
24	Л	2	Тема 19. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.	
25	Л		Тема 20. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та криогенного обладнання.	1,2,3
Разом (годин)		80		

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	14
4	Виконання індивідуального завдання:	12
5	Інші види самостійної роботи	4
	Разом	70

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання

(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)												
	<p>1. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.</p> <p style="text-align: center;">Вихідні дані для розрахунку</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Варіант</th> <th style="width: 15%;">Матеріал болту</th> <th style="width: 15%;">Матеріал ущільнювача</th> <th style="width: 15%;">Матеріал фланців</th> <th style="width: 15%;">Товщина ущільнювача</th> <th style="width: 10%;">Робоча температура</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Бронза БрБ2</td> <td style="text-align: center;">індій</td> <td style="text-align: center;">сталь 12Х18Н10Т</td> <td style="text-align: center;">1 мм</td> <td style="text-align: center;">азотна</td> </tr> </tbody> </table>	Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура	1	Бронза БрБ2	індій	сталь 12Х18Н10Т	1 мм	азотна	10
Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура									
1	Бронза БрБ2	індій	сталь 12Х18Н10Т	1 мм	азотна									
	<p>2. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.</p> <p style="text-align: center;">Вихідні дані для розрахунку</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Варіант</th> <th style="width: 15%;">Матеріал болту</th> <th style="width: 15%;">Матеріал ущільнювача</th> <th style="width: 15%;">Матеріал фланців</th> <th style="width: 15%;">Товщина ущільнювача</th> <th style="width: 10%;">Робоча температура</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">сталь 12Х18Н10Т</td> <td style="text-align: center;">свинець</td> <td style="text-align: center;">алюміній</td> <td style="text-align: center;">2 мм</td> <td style="text-align: center;">100 К</td> </tr> </tbody> </table>	Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура	2	сталь 12Х18Н10Т	свинець	алюміній	2 мм	100 К	
Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура									
2	сталь 12Х18Н10Т	свинець	алюміній	2 мм	100 К									
	<p>3. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.</p> <p style="text-align: center;">Вихідні дані для розрахунку</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Варіант</th> <th style="width: 15%;">Матеріал болту</th> <th style="width: 15%;">Матеріал ущільнювача</th> <th style="width: 15%;">Матеріал фланців</th> <th style="width: 15%;">Товщина ущільнювача</th> <th style="width: 10%;">Робоча температура</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">мідь</td> <td style="text-align: center;">фторопласт</td> <td style="text-align: center;">сталь 12Х18Н10Т</td> <td style="text-align: center;">5 мм</td> <td style="text-align: center;">200 К</td> </tr> </tbody> </table>	Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура	3	мідь	фторопласт	сталь 12Х18Н10Т	5 мм	200 К	
Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура									
3	мідь	фторопласт	сталь 12Х18Н10Т	5 мм	200 К									
	<p>4. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заходжується від кімнатної до робочої.</p> <p style="text-align: center;">Вихідні дані для розрахунку</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Варіант</th> <th style="width: 15%;">Матеріал болту</th> <th style="width: 15%;">Матеріал ущільнювача</th> <th style="width: 15%;">Матеріал фланців</th> <th style="width: 15%;">Товщина ущільнювача</th> <th style="width: 10%;">Робоча температура</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">Латунь Л62</td> <td style="text-align: center;">мідь</td> <td style="text-align: center;">титан</td> <td style="text-align: center;">1 мм</td> <td style="text-align: center;">азотна</td> </tr> </tbody> </table>	Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура	4	Латунь Л62	мідь	титан	1 мм	азотна	
Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура									
4	Латунь Л62	мідь	титан	1 мм	азотна									

5. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
5	Бронза БрБ2	індій	мідь	2 мм	воднева

6. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
6	титан	свинець	сталь 12Х18Н10Т	3 мм	100 К

7. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
7	Латунь Л62	алюміній	титан	1 мм	150 К

8. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
8	сталь 12Х18Н10Т	мідь	сталь 12Х18Н10Т	0,5 мм	150 К

9. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
9	титан	фторопласт	Д 16	3 мм	250 К

10. Визначити необхідну довжину болту, що забезпечує герметичність фланцевого з'єднання товщиною по 20 мм кожний та ущільнювача (варіант «прямокутний зуб – паз»), для криокамери, яка заохолоджується від кімнатної до робочої.

Вихідні дані для розрахунку

Варіант	Матеріал болту	Матеріал ущільнювача	Матеріал фланців	Товщина ущільнювача	Робоча температура
10	Бронза БрБ2	свинець	сталь 12Х18Н10Т	2 мм	90 К

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з курсу «Конструкційні особливості низькотемпературних установок» 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 задач).

№ 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
....20.40.	20...10	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	Біляков В.П. Кріогена техніка та технологія.- Київ:Колос, 2004 - 272 с.
3	Мікулін Є.І. Кріогена техніка.- Київ:Наук.думка, 1998.- 270 с
4	Подольский А.Г. Властивості речовин при низьких температурах., - Харьков: НТУ «ХП», 2005.- 124 с.
5	Фролов Є.С. Вакуумна техніка.- Київ: Острів,1998.-360с.
6	Баррон Р.Ф. Кріогені системи.- Київ:Колос,2006.- 408 с.

Допоміжна література

7	Розанов Л.Н. Вакуумна техніка.-Київ:Высш. шк.,1999.-320 с
8	Фастовский В.Г. Кріогена техніка, - Київ:Наук.думка, 2007.- 496 с.
9	Архаров А.М. Кріогені системи,- Київ: Висш. шк., 2004 - 464 с.

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

Кафедра Технічна кріофізика
Спеціальність Енергетичне машинобудування
Освітня програма Енергетика
Форма навчання денна / заочна
Навчальна дисципліна «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр 9

КОМПЛЕКС ЗАДАЧ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛЮ

Модульна контрольна робота №1

- Завдання 1. Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.
- Завдання 2. Особливості властивостей матеріалів при низьких температурах.
- Завдання 3. Основні вимоги, що прид'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.
- Завдання 4. Влив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання.
- Завдання 5. Вплив вакууму на властивості матеріалів..
- Завдання 6. Тертя та змащення при низьких температурах та в вакуумі.
- Завдання 7. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах.
- Завдання 8. Конструкція герметичних з'єднань.
- Завдання 9. Конструкція герметичних електровводів.
- Завдання 10. Конструкції елементів герметичного з'єднання різностінних елементів методом зварювання.

Модульна контрольна робота №2

- Завдання 1. Герметичні ущільнювачі вакуумних та кріогенних камер.
- Завдання 2. Герметична пайка конструкційних матеріалів.
- Завдання 3. Конструкція герметичних стиків низькотемпературних камер.

Завдання 4. Конструкційні особливості вакуумних та кріогенних камер.

Завдання 5. Конструкція герметичних шлюзових камер.

Завдання 6. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.

Завдання 7. Конструкція герметичних вікон.

Завдання 8. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та кріогенного обладнання.

Завдання 9. Конструкція опорів та підвісок кріокамер

Завдання 10. Конструкція захистних елементів вакуумних та кріогенних камер.

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

Кафедра _____ Технічна кріофізика _____
Спеціальність _____ 142 Енергетичне машинобудування _____
Освітня програма _____ Енергетика _____
Форма навчання _____ денна / заочна _____
Навчальна дисципліна _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок» _____

Семестр _____ 9 _____

**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

Питання 1 . Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.

Питання 2. Захистні елементи вакуумних та кріогенних камер.

Екзаменаційний білет №2

Питання 1. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та кріогенного обладнання.

Питання 2. Властивість конструкційних матеріалів при низьких температурах.

Екзаменаційний білет №3

Питання 1. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.

Питання 2. Конструкція опорів та підвісок кріокамер.

Екзаменаційний білет №4

Питання 1. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.

Питання 2. Влив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання.

Екзаменаційний білет №5

Питання 1. Вплив вакууму на властивості матеріалів.

Питання 2. Конструкція герметичних стиків низькотемпературних камер

Екзаменаційний білет №6

Питання 1. Конструкційні особливості вакуумних та кріогенних камер.

Питання 2. Тертя та змащення при низьких температурах.

Екзаменаційний білет №7

Питання 1. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах

Питання 2. Герметична пайка конструкційних матеріалів.

Екзаменаційний білет №8

Питання 1. Конструкція герметичних з'єднань.

Питання 2. Захисні елементи вакуумних та кріогенних камер.

Екзаменаційний білет №9

Питання 1. Конструкція герметичних стиків низькотемпературних камер.

Питання 2. Конструкція герметичних вікон.

Екзаменаційний білет №10

Питання 1. Конструкція герметичних шлюзових камер.

Питання 2. Конструкція герметичних електровводів.

Екзаменаційний білет №11

Питання 1. Тертя та змащення в вакуумі.

Питання 2. Герметичні ущільнювачі вакуумних та кріогенних камер.

Екзаменаційний білет №12

Питання 1. Конструкція опорів та підвісок кріокамер.

Питання 2. Методика розрахунку фланцевого з'єднання в умовах низькотемпературної деформації.

Екзаменаційний білет №13

Питання 1. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.

Питання 2. Методика розрахунку товщини профільних дниць камер.

Екзаменаційний білет №14

Питання 1. Класифікація герметичних з'єднань.

Питання 2. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці..

Екзаменаційний білет №15

Питання 1. Особливості властивостей матеріалів при низьких температурах.

Питання 2 . Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та криогенного обладнання.

Екзаменаційний білет №16

Питання 1 . Конструкція герметичних з'єднань.

Питання 2. Конструкція шлюзових камер.

Екзаменаційний білет №17

Питання 1. Захистні елементи вакуумних та криогенних камер.

Питання 2. Конструкція герметичних криогенних вікон.

Екзаменаційний білет №18

Питання 1. Конструкція герметичних низькотемпературних електричних ввідів.

Питання 2. Матеріали для ущільнення криогенних з'єднань.

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

**Діагностика якості вищої освіти
(екзаменаційні білети навчального предмету
«Конструкційні особливості низькотемпературних
установок»**

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.
2. Захисні елементи вакуумних та кріогенних камер.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2

1. Конструкція герметичних вікон.
2. Властивість конструкційних матеріалів при низьких температурах.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3

1. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.
2. Конструкція опорів та підвісок кріокамер..

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4

1. Засоби перевірки герметичності з'єднань вакуумного та кріогенного обладнання.
2. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання.

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 «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5

1. Вплив вакууму на властивості матеріалів.
2. Конструкція герметичних стиків низькотемпературних камер.

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 «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6

1. Конструкційні особливості вакуумних та кріогенних камер.
2. Тертя та змащення при низьких температурах.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7

1. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах.
2. Герметична пайка конструкційних матеріалів.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 8

1. Конструкція герметичних з'єднань.
2. Конструкція герметичних шлюзових камер.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9

1. Конструкція герметичних стиків низькотемпературних камер.
2. Герметичні ущільнювачі вакуумних та кріогенних камер.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10

1. Конструкційні особливості понад низькотемпературного обладнання.
2. Технології герметичного з'єднання різностінних елементів конструкції.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11

1. Тертя та змащення в вакуумі.
2. Конструкційні особливості вакуумних та кріогенних камер.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12

1. Конструкція герметичних електроводів.
2. Методика розрахунку фланцевого з'єднання в умовах низькотемпературної деформації

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13

1. Конструкція вузлів обертання в низькотемпературних камерах.
2. Конструкція опорів та підвісок кріокамер.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14

1. Класифікація герметичних з'єднань.
2. Основні вимоги, що пред'являються при виборі матеріалів в низькотемпературній техніці.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15

1. Конструкції елементів герметичного з'єднання різностінних елементів зварюванням.
2. Конструкція герметичних вікон. .

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок».
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16

1. Вплив низькотемпературної деформації на конструкцію вузлів обладнання.
2. Конструкція шлюзових камер..

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17

1. Основні матеріали які застосовують в низькотемпературній техніці.
2. Конструкція герметичних кріогенних вікон.

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 _____ «Конструкційні особливості низькотемпературних установок»
Семестр _____ 9 _____

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18

1. Конструкція герметичних низькотемпературних електричних вводів.
2. Матеріали для ущільнення кріогенних з'єднань.

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

Завідувач кафедри _____ Стариков В.В.

Екзаменатор _____ Руденко М.З.