

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КИЇВСЬКИЙ ІНСТИТУТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ  
ІМЕНІ ГЕТЬМАНА ПЕТРА КОНАШЕВИЧА-САГАЙДАЧНОГО**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ  
НА ВОДНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

на засіданні приймальної комісії ДУІТ

Протокол № 5 від 24 квітня 2024 р.

Т.в.о. ректора ДУІТ

Юрій ДУДНИК



**«СХВАЛЕНО»**

Вченою радою Інституту водного транспорту

Протокол № 9 від 24 квітня 2024 р.

Заст. голови вченої ради інституту

Сергій ТАРАНЕНКО

***ПРОГРАМА***

**ВСТУПНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ  
для здобуття ступеня Магістр**

Освітньо-професійна програма: «Суднові холодильні машини і установки»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

## ЗМІСТ

1.ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
2.ТЕМАТИЧНИЙ ВИКЛАД ЗМІСТУ	3
3. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ	3
4. ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ	6
5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	7
6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	7
7. ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА	7

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Організація та проведення вступних випробувань відбувається у порядку, визначеному у Положенні про приймальну комісію Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Конашевича – Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій.

Програма фахових випробувань ступеня вищої освіти – магістр зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування». ОПП «Суднові холодильні машини і установки» (далі – Програма) є нормативним документом Державного університету інфраструктури та технологій, який розроблено кафедрою суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації на основі освітньо-професійної програми підготовки «бакалавра» галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

Програму розроблено з урахуванням рекомендацій Міністерства освіти і науки України та згідно Правил прийому до Державного університету інфраструктури та технологій.

Зарахування до Університету здійснюється за результатами вступного випробування в межах ліцензійного обсягу.

Вступники складають письмове вступне випробування з фаху.

Програма випробування містить чотири теоретичні питання.

## 2. ТЕМАТИЧНИЙ ВИКЛАД ЗМІСТУ

Програма вступного випробування базується на тому, що абітурієнт володіє фаховими знаннями, пов'язаними з основами термодинаміки та теплопередачі, холодильної техніки.

Програма передбачає знання із розділів дисциплін:

**Розділ 1.** Технічна термодинаміка та теплопередача

**Розділ 2.** Теорія холодильної техніки

**Розділ 3.** Суднова холодильна техніка

## 3. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ

### Розділ 1. Технічна термодинаміка та теплопередача

1. Характеристики рівняння стану та методи їх узагальнення. Діаграми стану речовини та їх практичне застосування.
2. Внутрішня енергія та її особливості. Тепло та робота як форми передачі енергії. Узагальнена робота. Деформаційна робота та її графічне зображення в  $p - v$  діаграмі.
3. Перший закон термодинаміки як закон збереження та перетворювання енергії термомеханічних систем. Аналітичні форми запису першого закону та основні формулювання. Круговий процес та принцип еквівалентності тепла та роботи.
4. Функції процесу та функції стану в технічній термодинаміці.
5. Теплоємність речовини як функція процесу. Теплоємність ідеального газу. Рівняння першого закону через окремі похідні.
6. Перший закон термодинаміки для стаціонарного потоку. Ентальпія. Технічна робота. Графічне зображення технічної роботи в діаграмі  $p - v$
7. Фізичні уявлення про різний агрегатний стан речовини. Ідеальний газ та його особливості. Закони ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Властивості внутрішньої енергії та ентальпії ідеального газу.
8. Ентропія ідеального газу. Теплова діаграма  $T - s$  та її властивості.
9. Реальний газ та його особливості. Граничні криві. Насичена рідина та насичена пара. Рівень сухості пари. Критична точка.
10. Аналіз процесу пароутворення. Волога насичена пара. Рівняння Клапейрона – Клаузіуса для фазового переходу. Діаграми  $p - v$   $T - s$  та їх використання.

11. Проблема теплового двигуна. Необхідні та достатні умови для реалізації циклічних процесів. Поняття оборотних та необоротних процесів. Нерівновага, як джерело необоротності.
12. Формулювання другого закону. Еквівалентність різних формулювань.
13. Оборотний цикл Карно та його особливості. Теорема Карно та висновки з неї. Інтеграл Клаузіуса та поняття ентропії. Абсолютна термодинамічна температура та термодинамічна шкала Кельвіна. Об'єднане рівняння першого та другого законів. «Золоте правило термодинаміки».
14. Другий закон термодинаміки для необоротних процесів. Інтеграл Клаузіуса для необоротних процесів. Принцип зростання ентропії системи в реальних процесах.
15. Оборотні цикли термотрансформаторів тепла. Коефіцієнти перетворення енергії (термотрансформації). Цикли прямі та зворотні. Рівень термодинамічної досконалості системи. Відношення робіт розширення та стиснення оборотного циклу, як критерій рівню термодинамічної досконалості циклів.
16. Загальні застави дослідження термодинамічних процесів. Аналіз ізобарного, ізохорного, ізотермічного та адіабатного процесів з ідеальним та реальним газами. Розрахунок енергетичних ефектів та графічне зображення процесів в діаграмах стану  $p - v$ ,  $T - s$ ,  $h - s$ .
17. Політропічні процеси з ідеальним газами та їх аналіз. Аналіз процесів в газових компресорах.
18. Аналіз процесу адіабатного дроселювання. Теоретичні засади та практичне використання.
19. Диференційний та інтегральний ефекти Джоуля – Томсона. Температура інверсії та крива інверсії. Графічне відображення процесу в діаграмах стану.
20. Суміші ідеальних та реальних газів. Вологе повітря та його властивості. Діаграма  $h - d$  вологого повітря.
21. Термодинаміка стаціонарного потоку. Практичне використання в енергетичних та холодильних системах. Рівняння нерозривності потоку. Взаємне перетворення потенційної та кінетичної енергій в соплах та дифузорах. Швидкість потоку на виході із сопла.
22. Аналіз процесів витікання газу та пари в соплах. Критична швидкість. Сопла та дифузори Лавалю. Критерій Маха. Вплив сили тертя на швидкість.
23. Перетворення теплової енергії в механічну за допомогою циклічних процесів. Практична недоцільність використання циклу Карно.
24. Цикли паросилового устаткування. Цикл Ренкіна – основний цикл теплової енергетики. Схема та графічне відображення в діаграмах стану. Методи підвищення термічного коефіцієнту корисної дії. Подвійний перегрів пари.
25. Регенерація тепла, як загальний метод підвищення коефіцієнтів термотрансформації циклів. Регенеративний цикл Карно.
26. Регенерація теплоти в циклі Ренкіна. Теплофікаційні, паро газові та бінарні цикли теплосилового устаткування.

## **Розділ 2 Теорія холодильної техніки**

1. Машина, що працює за зворотними термодинамічними циклами: галузі використання, термодинамічні схеми, COP. Мінімальна робота для здійснення зворотного циклу
2. Методи одержування холоду. Штучний та природний холод.
3. Методи одержування холоду без фазових переходів робочої речовини.
4. Методи одержування холоду з фазовими переходами робочої речовини.
5. Методи одержування низьких температур: розширення з виробництвом зовнішньої роботи
6. Методи одержування низьких температур: розширення без виробництва зовнішньої роботи.

7. Методи одержування низьких температур: дроселювання.
8. Принципова схема парової компресорної холодильної машини. Головні елементи схеми.
9. Термодинамічні цикли парової компресорної холодильної машини: цикл Карно, цикл Планка, цикл з стисненням насиченої пари, цикл з стисненням перегрітої пари, цикл з дроселюванням насиченої рідини, цикл з дроселюванням переохолодженої рідини.
10. Допоміжні апарати холодильних машин лінійні та дренажні ресивери, олиовіддільник, фільтр-осушник та фільтр механічного очищення. Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких використовуються зазначені пристрої.
11. Переохолоджувач рідини як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких він використовується.
12. Віддільник рідини як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких він застосовується.
13. Регенеративний теплообмінник як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких він застосовується.
14. Проміжна посудина як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких вона застосовується.
15. Економайзер як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких він застосовується.
16. Проміжний охолоджувач як допоміжний елемент холодильної машини; Призначення, встановлення у схемі, вплив на термодинамічний цикл, робочі речовини, для яких він застосовується.
17. Робочі речовини холодильної техніки; вимоги до робочих речовин, головні засади вибору робочої речовини, властивості робочих речовин, класифікація робочих речовин.
18. Цикл Планка. Оцінювання термодинамічної досконалості робочої речовини
19. Холодоносії, теплоносії, які застосовуються у холодильній техніці. Вимоги, які до них пред'являються.
20. Тепловий розрахунок одноступінчастої холодильної машини.
21. Споживчі характеристики холодильної машини, холодопродуктивність, потужність.
22. Двоступінчасті холодильні машини. Причини переходу до двоступінчастого стиснення, головні напрями щодо створення схемних рішень, засади вибирання проміжного тиску.
23. Каскадні холодильні машини. Головні напрями щодо створення схемних рішень, засади вибирання проміжної температури.
24. Теоретичний об'ємний компресор. Робота стиснення и робота компресора, продуктивність та потужність, середньоіндикаторний тиск, режим максимальної потужності.
25. Дійсний поршневий холодильний компресор. Об'ємні, газодинамічні та теплові втрати, індикаторна діаграма, об'ємні та енергетичні коефіцієнти.
26. Конструктивна схема поршневого компресора. Принцип роботи.
27. Конструктивна схема гвинтового компресора. Принцип роботи. Індикаторна діаграма.
28. Конструктивна схема ротаційного пластинчастого компресора. Принцип роботи. Індикаторна діаграма.
29. Теорія компресора динамічної дії
30. Конструктивна схема відцентрового компресора. Особливості конструкції його основних елементів.

### Розділ 3. Суднова холодильна техніка.

1. Головні теплообмінні апарати в холодильній техніці. Призначення та вимоги до їх експлуатації.
2. Конденсатори. Класифікація, конструкції, області застосування.
3. Випарники з проміжними холодоносіями. Класифікація, конструкції, області застосування.
4. Повітроохолоджувачі. Класифікація, конструкції, області застосування.
5. Принципи конструювання холодильних машин. Комплексні машини, агрегати, уніфікація холодильних компресорів.
6. Сучасні тенденції в проектуванні холодильних машин.
7. Класифікація холодильних установок.
8. Безперервний холодильний ланцюг. Функціональні типи холодильників.
9. Класифікація систем охолодження. Вимоги, які до них пред'являються.
10. Призначення холодильної ізоляції. Її особливості. Будова ізоляції і механізм передачі теплоти. Види вологи в ізоляції.
11. Класифікація теплоізоляційних матеріалів. Вимоги, які до них пред'являються. Сучасні теплоізоляційні матеріали, їх властивості.
12. Розрахунок товщини ізоляції огорожень холодильників.
13. Найпростіша прямоточна система охолодження. Схема. Область застосування.
14. Прямоточна система охолодження з дренажними ресиверами. Схема. Область застосування.
15. Безнасосна система охолодження з самоциркуляцією холодоагенту. Схема області застосування.
16. Вплив гідростатичного стовпа холодоагенту на теплопередавання приборів охолодження.
17. Насосна система охолодження. Подавання холодоагенту в прибори охолодження, область застосування.
18. Поняття кратності циркуляції холодильного агента. Кратність циркуляції холодильного агента в насосних та безнасосних системах охолодження.
19. Видалення інею з теплопередавальної поверхні приборів охолодження. Особливості відтавання повітроохолоджувачів безпосереднього кипіння.
20. Системи охолодження з проміжними холодоносіями (закриті, відкриті), області застосування.
21. Холодильне устаткування камер охолодження та заморожування продуктів.
22. Задачі експлуатації холодильних установок. Організація експлуатації.
23. Пуск і зупинка холодильних установок одно- та двоступеневого стиснення.
24. Нормальні умови роботи холодильної установки.
25. Підвищення тиску в конденсаторі. Причини та методи усунення.
26. Підвищений перегрів пари на всмоктуванні. Причини та методи усунення.
27. Підвищена температура нагнітання. Причини та методи усунення.
28. Підвищений та понижений тиск у випарній системі. Причини та методи усунення.
29. Надлишок та недостача холодильного агента у системі. Причини та методи усунення.
30. Причини гідравлічних ударів та методи їх запобігання.
31. Вплив вологи та повітря в апаратах і трубопроводах на роботу холодильних установок.

### 4. ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ

1. Ентропія ідеального газу. Теплова діаграма  $T-s$  та її властивості.
2. Каскадні холодильні машини. Головні напрями щодо створення схемних рішень, засади вибирання проміжної температури.
3. Холодильне устаткування камер охолодження та заморожування продуктів.
4. Класифікація холодильних установок.

## 5. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Екзаменаційний білет містить 4 питання. Кожна правильна відповідь на питання оцінюється у 50 балів. Максимально абітурієнт може набрати 200 балів.

Абітурієнт, що набрав менш 100 балів до подальшого конкурсу не допускається.

## 6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Розділ 1. Технічна термодинаміка та теплопередача

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка: підручник. Київ: Техніка, 2001. 320с. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/853> (дата звернення: 04.09.2023).
2. Мороз І.О. Основи термодинаміки: навч. посіб. Суми: Суми ДПУ ім. А.С.Макаренка, 2009. 180с. URL: <https://www.library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/21.pdf> (дата звернення: 04.09.2023).
3. Дубровська В.В., Шкляр В.І. Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. К.: НТУУ«КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. 150 с. URL: <https://cutt.ly/K60uSLd> (дата звернення: 17.03.2023).
4. Константінов С.М. Технічна термодинаміка. К.: Політехніка. 2001. 368с.

### Розділ 2 Теорія холодильної техніки

1. Морозюк Т.В. Теорія холодильних машин і теплових насосів. – Одеса: Студія «Негоціант». – 2006. – 712 с.
2. Лозовський А.П. Основи холодильних технологій: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2015. 149 с.
3. Вітенько Т.М. Курс лекцій з холодильної техніки: Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. 152 с.
4. Ганжа О.Г., Павловичев В.О, Чернецький А.М. Курс лекцій по теоретичним основам холодильної техніки: навч. посіб. / за заг. ред. Орлова В.В. Дніпропетровськ: ДМТ, 2010. 194 с.
5. Дубровська В.В., Шкляр В.І Термодинаміка та теплообмін. Цикли холодильних установок: розрахункова робота: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 45 с.

### Розділ 3. Суднова холодильна техніка.

1. Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Ларяновський С.Ю., Парцхаладзе Е.Г., Онищенко В.П. Холодильні установки. Підручник для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за спец. «Холодильні машини і установки»: у 2 кн. – К. Либідь, 1995. – 239 с.
2. Холодильні установки. Проектування. Навчальний посібник / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Ларяновський С.Ю. та ін. Під ред. докт. техн. наук і проф. І.Г. Чумака. 4-е вид. переробл. і доп. – Одеса: Друк, 2008. – том 1. – 145 с.

## 7. ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА


1. Сайт кафедри криогенної техніки <http://cryotech.onaft.edu.ua/>
2. Сайт Міжнародного Інституту Холоду (IIR) <http://www.iifir.org/>

Декан факультету к.т.н., доц. Сьомін О.А. 

Укладачі:

Розділ I ст. викладач Голубева С.М. 

Розділ II ст. викладач Голубева С.М.

Розділ III д.т.н., проф. Дубинець О.І. 

Під загальною редакцією к.т.н., доц. Мельник О.В. 