

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ

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

Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

проректор

Руслан МИГУЩЕНКО

« » _____ 2026 р.

ПРОГРАМА

**для проведення вступних випробувань за фахом
при зарахуванні на навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» за конкурсною
пропозицією:**

Холодильні та кліматичні технології

В.о. директора Е інституту

_____ Володимир ВОІНОВ

ЗМІСТ

Анотація.....	3
Зміст програми	3
Теоретичні основи холодильних і низькотемпературних технологій	5
Тепломасообмін у холодильних та кліматичних системах	5
Холодильні машини та обладнання	5
Холодильні установки, холодоагенти та теплові насоси	5
Кондиціювання повітря та вентиляція.....	6
Рекомендована література.....	6
Критерії оцінювання.....	7

ХОЛОДИЛЬНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

АНОТАЦІЯ

Метою фахового вступного випробування є комплексна перевірка рівня теоретичної та практичної підготовки вступників, сформованості фахових компетентностей і результатів навчання, необхідних для успішного опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціалізацією G4.04 «Холодильні та кліматичні технології».

Вступник повинен продемонструвати знання фундаментальних закономірностей термодинаміки та тепломасообміну, принципів одержання низьких температур, будови і принципів роботи холодильних машин та установок, компресорного і теплообмінного обладнання, систем кондиціювання повітря, засобів вимірювання, автоматичного регулювання та основ холодильних і низькотемпературних технологій.

Вступник повинен уміти аналізувати термодинамічні цикли холодильних машин і теплових насосів, визначати основні параметри їх роботи та показники енергетичної ефективності, виконувати базові теплові та тепломасообмінні розрахунки, аналізувати процеси обробки вологого повітря, обґрунтовувати вибір основного обладнання та оцінювати вплив режимних параметрів на роботу холодильних і кліматичних систем.

Фахове вступне випробування охоплює такі основні розділи:

1. Теоретичні основи холодильних і низькотемпературних технологій.
2. Тепломасообмін у холодильних та кліматичних системах.
3. Холодильні машини та обладнання.
4. Холодильні установки, холодоагенти та теплові насоси.
5. Кондиціювання повітря та вентиляція.
6. Теплотехнічні вимірювання, автоматизація та керування.
7. Холодильні та низькотемпературні технології.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Правил прийому до Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» на відповідний рік.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Теоретичні основи холодильних і низькотемпературних технологій

Зворотні термодинамічні цикли. Зворотний цикл Карно. Холодильний коефіцієнт та коефіцієнт перетворення теплового насоса. Фізичні принципи одержання низьких температур: фазові перетворення, адіабатне розширення газу з виконанням зовнішньої роботи, дроселювання, вихровий та термоелектричний ефекти.

Теоретичний і дійсний цикли парокомпресійної холодильної машини. Зображення циклу в $T-s$ та $\lg p-h$ діаграмах. Вплив температур кипіння і конденсації, перегрівання пари та переохолодження рідини на характеристики циклу.

Причини застосування багатоступінчастого стиснення. Проміжне охолодження. Багатоступінчасте дроселювання.

Газові холодильні цикли. Повітряна холодильна машина.

Абсорбційні холодильні машини. Фазова рівновага та основні діаграми бінарних сумішей, що використовуються в абсорбційних холодильних системах. Пароелектронні холодильні машини. Термоелектричне охолодження..

2. Тепломасообмін у холодильних та кліматичних системах

Теплопровідність. Закон Фур'є. Стаціонарна теплопровідність плоских і циліндричних одно- та багат шарових стінок. Теплова ізоляція.

Конвективний теплообмін. Закон Ньютона–Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Основи теорії подібності. Тепловіддача при русі рідини та газу в каналах і при зовнішньому обтіканні поверхонь.

Теплообмін при кипінні та конденсації. Теплопередача через плоскі та ребрені

поверхні. Коефіцієнт теплопередачі. Середній температурний напір. Основи теплового розрахунку теплообмінних апаратів.

Особливості тепломасообміну у випарниках, конденсаторах, повітроохолоджувачах та апаратах обробки вологого повітря. Вплив інею і льоду на теплопередачу.

3. Холодильні машини та обладнання.

Класифікація холодильних машин. Компресори холодильних машин. Об'ємні та динамічні компресори.

Поршневі компресори. Теоретичний та дійсний процеси стиснення. Об'ємний коефіцієнт подачі, холодопродуктивність і потужність компресора.

Гвинтові, спіральні та ротаційні компресори. Принцип роботи, характеристики та сфери застосування. Відцентрові компресори. Основні відмінності динамічних компресорів від компресорів об'ємної дії.

Способи регулювання продуктивності компресорів.

Конденсатори холодильних машин. Класифікація, конструкції, принцип роботи, особливості тепловіддачі.

Випарники та повітроохолоджувачі. Класифікація, конструкції, принцип роботи.

Дроселювальні та регулювальні пристрої: капілярні трубки, терморегулювальні та електронні розширювальні вентилі.

Допоміжне обладнання холодильних систем: ресивери, відокремлювачі рідини, мастиловіддільники, фільтри-осушувачі.

4. Холодильні установки, холодоагенти та теплові насоси

Принципові схеми холодильних установок. Основні режими роботи. Холодопродуктивність та теплове навантаження холодильних систем.

Холодоагенти. Основні вимоги до робочих речовин холодильних машин. Термодинамічні, теплофізичні, експлуатаційні та екологічні характеристики холодоагентів. Основи класифікації холодоагентів за безпечністю.

Вплив вибору холодоагенту на параметри та енергетичну ефективність установки.

Теплові насоси. Принцип роботи, схеми, коефіцієнт перетворення. Джерела низькопотенційної теплоти. Відмінності режимів роботи холодильної машини та теплового насоса.

Енергетична ефективність холодильних систем. Вплив температур кипіння та конденсації, забруднення теплообмінних поверхонь, обмерзання випарника та режиму регулювання обладнання.

5. Кондиціювання повітря та вентиляція

Основні параметри вологого повітря: температура, відносна вологість, вологовміст, ентальпія, температура точки роси. I-d-діаграма вологого повітря.

Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря. Параметри мікроклімату приміщень.

Основні процеси обробки повітря: нагрівання, охолодження, зволоження, осушення, охолодження з осушенням, змішування потоків. Зображення процесів на I-d-діаграмі.

Тепловий і вологісний баланси приміщення. Надходження явної та прихованої теплоти. Визначення необхідної витрати припливного повітря.

Класифікація систем кондиціювання повітря. Центральні та місцеві системи. Системи з безпосереднім охолодженням і системи з проміжним холодоносієм.

Кондиціонери та центральні припливні установки. Повітроохолоджувачі, нагрівачі, зволожувачі, фільтри. Утилізація теплоти витяжного повітря. Рекуперативні та регенеративні теплоутилізатори.

Основи вентиляції та організації повітрообміну.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ:

1. Теоретичні основи холодильних і низькотемпературних технологій.

1. Зворотний цикл Карно. Холодильний коефіцієнт. Причини відмінності реальних холодильних циклів від циклу Карно.
2. Фізичні способи одержання низьких температур: фазові перетворення, розширення газу, дроселювання, вихровий і термоелектричний ефекти.
3. Теоретичний цикл одноступеневої парокомпресійної холодильної машини з дроселюванням. Зображення циклу в $T-s$ та $\lg p-h$ діаграмах.
4. Дійсний цикл парокомпресійної холодильної машини та його зображення в $\lg p-h$ діаграмі. Основні параметри циклу, холодильний коефіцієнт і вплив перегрівання, переохолодження та втрат тиску на ефективність роботи
5. Вплив температур кипіння і конденсації, перегрівання та переохолодження на холодильний коефіцієнт і холодопродуктивність.
6. Причини застосування багатоступінчастого стиснення. Схеми двоступінчастих холодильних машин.
7. Теоретичний цикл повітряної холодильної машини. Принципова схема та сфери застосування.
8. Абсорбційні холодильні машини. Робочі бінарні суміші та основні діаграми їх стану.
9. Пароелектрична холодильна машина: принцип роботи, цикл та сфери застосування.

2. Тепломасообмін у холодильних та кліматичних системах.

1. Закон Фур'є. Теплопровідність одно- та багатоплощинної плоскості і циліндричної стінки.
2. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.
3. Основи теорії подібності та її використання при розрахунку конвективного теплообміну.
4. Теплообмін при кипінні холодоагенту.
5. Теплообмін при конденсації холодоагенту.
6. Теплопередача. Коефіцієнт теплопередачі та середній температурний напір. Основи розрахунку теплообмінного апарата.

3. Холодильні машини та обладнання.

1. Класифікація холодильних машин та компресорів.
2. Теоретичний та дійсний робочий процес поршневого холодильного компресора.
3. Об'ємний коефіцієнт подачі, продуктивність та потужність поршневого компресора.
4. Гвинтові, спіральні та ротаційні компресори: принцип роботи, переваги та сфери застосування.
5. Відцентрові холодильні компресори: принцип роботи та особливості застосування.
6. Способи регулювання продуктивності холодильних компресорів.
7. Конденсатори холодильних машин: класифікація, конструкції та особливості теплообміну.
8. Випарники та повітроохолоджувачі: класифікація, конструкції та особливості теплообміну.
9. Дроселювальні пристрої холодильних систем. Капілярні трубки, терморегулювальні та електронні розширювальні вентилі.
10. Допоміжні апарати холодильних установок та їх призначення.

4. Холодильні установки, холодоагенти та теплові насоси

1. Холодоагенти: основні вимоги, класифікація та робочі властивості.
2. Екологічні та безпекові характеристики холодоагентів. Потенціал руйнування озонового шару (ODP), потенціал глобального потепління (GWP), горючість і токсичність.
3. Принципова схема одноступеневої парокомпресійної холодильної установки та призначення її основних елементів.
4. Холодопродуктивність холодильної установки. Основні складові теплового навантаження на холодильну систему.

5. Системи безпосереднього охолодження та системи з проміжним холодоносієм. Переваги, недоліки та сфери застосування.
6. Теплові насоси: принцип роботи, основні схеми, коефіцієнт перетворення та джерела низькопотенційної теплоти.
7. Енергетична ефективність холодильної установки. Вплив температур кипіння і конденсації, перегрівання, переохолодження, забруднення теплообмінних поверхонь та режиму регулювання на ефективність системи.
- 5. Кондиціювання повітря та вентиляція**
 1. Основні параметри вологого повітря: температура, відносна вологість, вологовміст, ентальпія, температура точки роси. I-d-діаграма вологого повітря.
 2. Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря для систем вентиляції та кондиціювання. Параметри мікроклімату приміщень.
 3. Процеси нагрівання та охолодження повітря. Зображення процесів на I-d-діаграмі.
 4. Процеси зволоження та осушення повітря. Охолодження повітря з конденсацією вологи.
 5. Змішування потоків повітря. Визначення параметрів суміші та зображення процесу на I-d-діаграмі.
 6. Тепловий і вологісний баланси приміщення. Явні та приховані теплонадходження. Визначення необхідної витрати припливного повітря.
 7. Класифікація систем кондиціювання повітря. Центральні та місцеві системи. Однозональні та багатозональні системи.
 8. Основні елементи систем кондиціювання повітря: повітроохолоджувачі, повітронагрівачі, зволожувачі, фільтри, вентилятори. Їх призначення та принцип роботи.
 9. Організація повітрообміну в приміщеннях. Припливна, витяжна та припливно-витяжна вентиляція. Рециркуляція і утилізація теплоти витяжного повітря.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Константинов С.М., Панов Є.М. Теоретичні основи теплотехніки. – К.: Золоті ворота, 2012. – 592 с.
2. Чумак І.Г., Чепуренко В.П., Лар'яновський С.Ю. та ін. Холодильні установки / за ред. І.Г. Чумака. – 6-е вид., перероб. і доп. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006. – 550 с.
3. Шутюк В.В., Бессараб О.С., Душак О.В., Ємцев В.І. Холодильні технології. – Київ: НУХТ, 2022. – 172 с.
4. Тітлов О.С., Горикін С.Ф. Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості. – Львів: Новий Світ-2000, 2012. – 288 с.
5. Масліков М.М. Кріогенна техніка і технологія. – Київ: НУХТ, 2010. – 178 с.
6. Хмельнюк М.Г., Кочетов В.П., Форсюк А.В. Проектування холодильників для зберігання плодоовочевої продукції. – Херсон: Грін Д.С., 2015. – 162 с.
7. Джеджула В.В. Вентиляція та кондиціювання громадських об'єктів. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 71 с.
8. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
9. Арсеньєв В.М., Мелейчук С.С. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 364 с.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ, СТРУКТУРА ОЦІНКИ, І ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ ПІДГОТОВЛЕННОСТІ ВСТУПНИКІВ

При оцінюванні знань за основу слід брати повноту і правильність виконання завдань. Загальна оцінка визначається як середня виважена з оцінок відповідей на усі запитання.

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
90–100	A	Відмінно	– глибоке знання навчального матеріалу, що міститься в 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 розв'язувати складні практичні задачі	відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82–89	B	Добре	– глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу; – вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; – вміння розв'язувати складні практичні задачі	відповіді на запитання містять певні неточності
75–81	C	Добре	– міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; – вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; – вміння розв'язувати практичні задачі	– невміння використовувати теоретичні знання для розв'язування складних практичних задач
64–74	D	Задовільно	– знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; – вміння розв'язувати прості практичні задачі	– невміння давати аргументовані відповіді на запитання; – невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; – невміння розв'язувати складні практичні задачі

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
60–63	E	Задовільно	– знання основних фундаментальних положень матеріалу, – вміння розв'язувати найпростіші практичні задачі	– незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу; – невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; – невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35–59	FX	Незадовільно	–	– незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу; – істотні помилки у відповідях на запитання; – невміння розв'язувати прості практичні задачі
1-34 (на комісії)	F	Незадовільно	–	– повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу; – істотні помилки у відповідях на запитання; – незнання основних фундаментальних положень; – невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

Переведення позитивної оцінки фахового вступного випробування для вступу на навчання для здобуття ступеня магістра на основі бакалавра в шкалу 100-200, згідно Додатку 3 Правил прийому до НТУ «ХПІ» в 2026 році.

Схвалено на засіданні вченої ради інституту.
Протокол № 7 від 24 березня 2026 р.

Голова вченої ради Е інституту
Голова фахової атестаційної комісії

Володимир ВОІНОВ