

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол № 3

«25» 05 2026 р.

Голова Відбіркової комісії
зі вступу до магістратури

Олександр ГУРА

ПОГОДЖЕНО:

Відповідальний секретар

Відбіркової комісії



Ярослав КРИВИЙ

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ**

при прийомі на навчання для здобуття
другого (магістерського) рівня вищої освіти
на основі НРК6, НРК7

Спеціальність: G4 Енерговиробництво

Спеціалізація: G4.02 Теплоенергетика

Гарант освітньої програми:

Теплоенергетика  Аліна ЄРОФЄЄВА

Запоріжжя – 2026 рік

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фаховий іспит – це форма оцінювання в Запорізькому національному університеті (далі – ЗНУ), що передбачає визначення рівня підготовленості вступника щодо здобутих раніше компетентностей та результатів навчання, необхідних для опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Метою проведення фахового іспиту з теплоенергетики є перевірка рівня знань, умінь та інших фахових компетентностей вступника, що є достатніми для здобуття освітнього ступеня магістра на основі НРК6, НРК7 за спеціальністю G4 «Енерговиробництво», спеціалізацією G4.02 «Теплоенергетика», освітньою програмою «Теплоенергетика».

Фаховий іспит проводиться у формі комп'ютерного тестування із застосуванням технологій дистанційного навчання в системі електронного забезпечення навчання «Moodle» ЗНУ.

Тривалість фахового іспиту становить 60 хвилин.

Фаховий іспит проводиться в очному форматі в ЗНУ з обов'язковою відеофіксацією та подальшим оприлюдненням на офіційному вебсайті Приймальної комісії. Дистанційний формат допускається за рішенням Приймальної комісії для вступників, які є військовослужбовцями, які проходять службу, або іноземними громадянами.

II. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання результатів фахового іспиту здійснюється автоматично системою електронного забезпечення навчання «Moodle» за шкалою від 0 до 200 балів.

Тестове завдання генерується індивідуально для кожного вступника і містить 50 запитань із вибором однієї правильної відповіді. Кожна правильна відповідь оцінюється в 4 бали. Неправильна відповідь або її відсутність оцінюється у 0 балів. Максимально можливий результат за іспит становить 200 балів.

Мінімальний пороговий бал, необхідний для допуску до участі в конкурсному відборі, становить 100 балів, що відповідає 25 правильним відповідям. Вступники, які набрали від 0 до 96 балів, отримують результат «незадовільно» та не допускаються до участі в конкурсному відборі на навчання.

Таблиця переведення тестових балів у шкалу 0-200 балів

Тестовий бал	Бал за шкалою 0–200	Тестовий бал	Бал за шкалою 0–200
1	4	26	104
2	8	27	108
3	12	28	112

4	16	29	116
5	20	30	120
6	24	31	124
7	28	32	128
8	32	33	132
9	36	34	136
10	40	35	140
11	44	36	144
12	48	37	148
13	52	38	152
14	56	39	156
15	60	40	160
16	64	41	164
17	68	42	168
18	72	43	172
19	76	44	176
20	80	45	180
21	84	46	184
22	88	47	188
23	92	48	192
24	96	49	196
25	100	50	200

Тестовий бал (0-50)	Підсумковий бал (0-200)	Рівень навчальних досягнень
45–50	180–200	Високий
35–44	140–176	Достатній
25–34	100–136	Базовий
0–24	0–96	Недостатній

Вступники, які отримали оцінку менше 100 балів, до участі в конкурсному відборі не допускаються.

III. СТРУКТУРА ПРОГРАМИ

РОЗДІЛ 1. Тепломасообмін.

Тема 1: Основні поняття та визначення. Предмет та основні задачі теорії. Місце цієї дисципліни в підготовці інженера-енергетика. Основні поняття та визначення. Види розповсюдження теплоти: теплопровідність, конвекція та теплове випромінювання. Складний теплообмін. Поняття про масообмін.

Тема 2: Розповсюдження теплоти теплопровідністю. Основний закон теплопровідності (закон Фур'є). Теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Теплопровідність різних стінок при

стаціонарному режимі. Граничні умови першого роду. Визначення теплопередачі через стінки. Граничні умови третього роду. Коефіцієнт теплопередачі. Шляхи інтенсифікації процесу теплопередачі. Правило вибору матеріалу теплоізоляції. Основні відомості про нестаціонарну теплопровідність. Методи розв'язування крайових задач. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Теплопровідність тіл з внутрішніми джерелами теплоти.

Тема 3: Конвективний теплообмін. Фізична суть конвективного теплообміну. Формула Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Рівняння енергії руху і нерозривності. Початкові і граничні умови. Методи розв'язування рівнянь конвективного теплообміну. Основи теорії подоби. Гідродинамічна та тепла подоба. Критерії подоби та принципи їх одержання. Критеріальні рівняння конвективного теплообміну. Визначальні та визначаючі критерії подоби. Визначальна температура та визначальний лінійний розмір. Теплообмін при вимушеному русі газу в трубах та каналах. Теплообмін при вимушеному поперечному обтіканні труб. Теплообмін при вільному русі рідини.

Тема 4: Теплообмін випромінюванням. Основні поняття та визначення. Фізика випромінювання, радіаційні властивості. Основні закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами. Захист від теплового випромінювання. Теплове випромінювання газів.

Тема 5: Складний теплообмін. Теплообмінні апарати. Підсумковий коефіцієнт тепловіддачі. Типи теплообмінних апаратів. Теплоносії. Рівняння теплового балансу та теплопередачі. Основні схеми руху теплоносіїв. Середньоарифметичний та середньологарифмічний напори. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Методи інтенсифікації теплообміну в рекуперативних теплообмінниках. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Методи інтенсифікації теплообміну в рекуперативних теплообмінниках. Теплова ізоляція. Види ізоляції. Основні теплоізоляційні матеріали, їх характеристики та області застосування. Вибір теплоізоляційних матеріалів.

РОЗДІЛ 2. Технічна термодинаміка.

Тема 1: Основні поняття і визначення. Предмет і метод термодинаміки. Термодинамічні параметри. Параметри стану.

Тема 2: Рівняння стану. Суміш ідеальних газів. Рівняння стану в диференціальній формі. Термічні коефіцієнти. Рівняння стану ідеального газу. Розрахунок густини і питомого об'єму газу. Універсальне рівняння стану ідеального газу. Суміш ідеальних газів.

Тема 3: Перший закон термодинаміки. Еквівалентність теплоти і роботи. Дослід Джоуля. Закон збереження і перетворення енергії. Внутрішня енергія системи. Закон Джоуля. Внутрішня енергія ідеального газу. Робота і

теплота. Аналітичні вирази для роботи і теплоти процесу. PV -діаграма. Взаємодія термодинамічної системи з навколишнім середовищем. Аналітичний вираз першого закону термодинаміки. Деякі формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія.

Тема 4: Теплоємність газів. Основні поняття і визначення. Масова, об'ємна і молярна теплоємності ідеального газу. Теплоємність при постійних об'ємах і тиску. Рівняння Майєра. Визначення газу з використання молекулярної і кінетичної теорії газів.

Тема 5: Основні термодинамічні процеси ідеальних газів. Метод дослідження. Процес при постійному об'ємі (ізохорний). Процес при постійному тиску (ізобарний). Процес при постійній температурі (ізотермічний). Процес без теплообміну з навколишнім середовищем (адіабатний). Політропний процес. Дослідження політропних процесів.

Тема 6: Другий закон термодинаміки. Суть другого закону термодинаміки. Зворотні та незворотні процеси. Кругові термодинамічні процеси або цикли. Термічний к.к.д. і холодильний коефіцієнт циклів. Зворотній цикл Карно. Математичний вираз другого закону термодинаміки. Ентропія. Зміна ентропії в зворотних та незворотних процесах.

Тема 7: Витік та дроселювання газу та пари. Рівняння руху. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. Розрахована робота газу в потоці. Рівняння нерозривності. Швидкість витоку. Секундні витрати ідеального газу через сопло. Витік газу з посудини безмежної ємності. Основні умови течії ідеального газу по каналам змінного перерізу. Сопло Лавалю. Витік газу з врахуванням тертя. Параметри гальмування.

Тема 8: Вологе повітря. Водяна пара. Короткі відомості про рівновагу. Термодинамічна рівновага при взаємодії системи з навколишнім середовищем. Умови стійкості і рівноваги в ізольованій однорідній системі. Умови фазової рівноваги. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Термодинамічний аналіз процесів перетворювачів енергії. Задачі зворотних циклів термодинамічного аналізу. Теплові двигуни. Методи порівняння ККД.

Тема 9: Цикли теплових ДВЗ. Цикли газотурбінних установок. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання. Цикли газотурбінних установок. Цикли реактивних двигунів.

Тема 10: Цикли паросилових установок. Паровий цикл Карно. Цикл Ренкіна. Вплив параметрів пари на величину термічного ККД циклу Ренкіна. Цикл з проміжним перегрівом пари. Регенеративний цикл паротурбінної установки. Бінарні цикли. Термодинамічні основи теплофікації. Цикли парогазових установок. Цикли атомних енергетичних установок. Енергетичні установки з МГД-генератором.

РОЗДІЛ 3. Насоси, вентилятори та обладнання

Тема 1: Загальні відомості з технічної механіки рідин. Рівняння нерозривності потоку. Рівняння руху. Гідравлічні опори. Рівняння збереження імпульсу. Циркуляція швидкості.

Тема 2: Основні параметри роботи нагнітачів. Подача. Напір. Потужність. ККД нагнітача. Класифікація нагнітачів. Области застосування.

Тема 3: Принцип роботи і основи гідростатики лопатних нагнітачів. Кінематика потоку в робочому колесі нагнітача. Рівняння Ейлера для роботи лопатного колеса. Характеристики лопатних нагнітачів.

Тема 4: Втрати перед робочим колесом. Втрати на робочому колесі. Втрати за робочим колесом. Подібність лопатних нагнітачів. Універсальні характеристики. Індивідуальні та загальні.

Тема 5: Робота нагнітача в мережі. Характеристики мережі. Метод накладання характеристик. Спільна робота нагнітачів. Паралельне та послідовне включення нагнітачів. Змішане включення нагнітачів.

Тема 6: Експлуатаційні особливості роботи нагнітачів. Стійкість роботи нагнітачів.

РОЗДІЛ 4. Котельні установки промислових підприємств

Тема 1: Котельні установки та паротурбінні електричні станції. Загальні положення. Властивості робочих тіл. Параметри стану. Газові закони. Теплоємність газів. Поняття про перший та другий закони термодинаміки.

Тема 2: Водяний пар та його властивості. Робочі процеси в котельному агрегаті. Теплообмін в котельному агрегаті. Циркуляція води в паровому котлі.

Тема 3: Паливо. Поняття про паливо. Елементний склад палива. Теплота згорання палива. Характеристики окремих видів палива. Горіння палива. Тепловий баланс котельного агрегату.

Тема 4: Основні характеристики топкового пристрою. Топки для пошарового спалювання палива. Топки з ручним обслуговуванням. Камерні топки. Пилоприготування.

Тема 5: Парові та водогрійні котли. Пароперегрівачі. Водяні економайзери та повітропідігрівачі. Пристрої золотловлювання та шлакозоловидалення. Тягодутьові пристрої.

Тема 6: Обмуровка котла та теплова ізоляція. Контрольно-вимірювальні пристрої та автоматика котельного агрегату. Трубопроводи та арматура котлоагрегатів. Живильні пристрої.

Тема 7: Підготовка води для котлів. Водний режим котельних агрегатів. Методи отримання чистої пари. Подача палива.

Тема 8: Організація експлуатації котельного обладнання. Організація та проведення ремонту котельного агрегату

РОЗДІЛ 5. Теплофікація та теплові мережі

Тема 1: Проектно-конструкторські служби для проектування енергетичних установок і систем підприємств. Проекти, їх склад і структура. Проектування систем промислового теплопостачання.

Тема 2: Теплове споживання. Режими відпуску теплоти і методи регулювання теплового навантаження.

Тема 3: Будівельні і механічні конструкції теплових мереж. Гідравлічний розрахунок теплових мереж. Гідравлічний режим теплових мереж. Тепловий розрахунок теплових мереж.

Тема 4: Конструкції та розрахунок на міцність теплових мереж. Розрахунок елементів систем промислового теплопостачання: методика вибору і розрахунку поверхневих теплообмінників і деаераторів.

Тема 5: Установки для вироблення теплоти. Районні і промислові котельні. Використання вторинних теплових ресурсів. Математичне забезпечення розрахунків систем теплопостачання. Проектування систем холодопостачання. Проектування газопостачання.

Тема 6: Технологія оформлення технічної документації на проєктований об'єкт.

РОЗДІЛ 6. Паливо та основи теорії горіння

Тема 1: Паливо. Матеріальний і тепловий баланс процесів горіння.

Тема 2: Види топочних пристроїв. Тепловий баланс процесу горіння. Визначення надлишку повітря.

Тема 3: Горіння газового та рідкого палива. Турбулентне горіння задалегідь підготовлених сумішей. Дифузійне горіння газів.

Тема 4: Пальники промислових агрегатів. Горіння твердих палив. Горіння вугільного пилу.

IV. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Прокопенко В. В. Енергетичний аудит: Навчальний посібник / В. В. Прокопенко, О. О. Закладний, П. В. Кульбачний. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. 400 с.

2. Енергетичний менеджмент та енергоефективність : підручник для студентів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець та ін. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 348 с.

3. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / А. Чернявський, А. Сафьянц, Н. Усенко, О. Соловей, О. Бориченко, П. Пертко, Ю. Шишко, А. Гоєнко. За ред. Н. Усенко, А. Чернявського. Київ : Проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності» Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH за дорученням Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), 2020. 280 с.

Режим доступу: https://sacc.gov.ua/sites/default/files/2021_04_02_Practical_Energy_Audit_Guidebook.pdf?fbclid=IwAR3aJedcPZ6mixqQtel-E2K6KP6rCRYyV9VL9ACIv5hACo9N3YXkRd1

4. Хмельнюк М. Г., Яковлева О. Ю., Остапенко О. В., Бежан В. О. Енергетичний менеджмент і аудит. 1 частина : підручник. 2-ге вид., переробл. і доп. / за ред. М. Г. Хмельнюка. Одеса : ФОРМ Бондаренко М. О., 2020. 237 с.

5. Чейлитко, А. О. Ресурсозберігаючі технології в системах теплового захисту силового обладнання: монографія / А. О. Чейлитко, С. В. Ільїн, Ю. В. Бондаренко, Т. В. Черненко. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 208 с.

6. Чейлитко, А. О. Формування пористої структури та властивостей теплоізоляції з вуглецевих композиційних матеріалів для електровакуумного обладнання / А. О. Чейлитко., Г. В. Карпенко, С. В. Ільїн, О. І. Шарасва. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 170 с.

7. Обчислювальна техніка та програмування: Алгоритми та їх реалізація. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 144 Теплоенергетика/КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Д. В. Філянін. Електронні текстові дані (1 файл: 1,57 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 99 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47967> (дата звернення 23.06.2022).


8. Чейлитко А. О. Математичне моделювання та оптимізація процесів тепломасообміну. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 144 «Теплоенергетика» денної та заочної форми навчання / Укл.: А. О. Чейлитко. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 146 с.

9. Чернявський А. В., Іншеков Є. М., Соловей О. І., Бориченко О. В., Пертко П. П. Керівництво з впровадження системи енергетичного менеджменту відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 50001:2018 : навч. посіб. / за ред. Є. М. Іншекова, А. В. Чернявського. Київ : Проект UNIDO/GEF «Впровадження стандарту систем енергоменеджменту в промисловості України», 2021. 137 с. Режим доступу: http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/EnMS-Practical-Guide2021_Ukraine_ukr.pdf

10. Ільїн С. В., Банах В. А., Чейлитко А. О., Лимаренко О. М. Енергоефективні технології будівництва: навчально-методичний посібник для осіб, які проходять перепідготовку та соціальну адаптацію в рамках реалізації проекту «Норвегія-Україна», UKR-20/002 (NUPASS). Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2021. 106 с.

11. Ільїн С. В. Енергоаудит [Електронний ресурс] : навч.-метод. посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації центру безперервної освіти : навч.-метод. посібник / С. В. Ільїн, А. О. Чейлитко, І. М. Мних ; ЗДІА. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 130 с.

Голова фахової
атестаційної комісії



Дмитро АЛЕКСІЄВСЬКИЙ