

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол № 3

25 05 2026 р.

Голова Відбіркової комісії зі вступу
до аспірантури та докторантури

Дмитро ЯРИМБАШ

ПОГОДЖЕНО:

Відповідальний секретар
Відбіркової комісії

В. Буличова Вікторія БУЛИЧОВА

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ G4 ЕНЕРГОВИРОБНИЦТВО
ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ G4.02 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**
при прийомі на навчання для здобуття
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
на основі НРК7

Спеціальність: G4 «Енерговиробництво»

Спеціалізація: G4.02 «Теплоенергетика»

Гарант освітньо-наукової програми:

Теплоенергетика

Сергій ІЛІЇН Сергій ІЛІЇН

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 третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти.

Метою проведення фахового іспиту зі спеціальності є перевірка рівня знань, умінь та інших фахових компетентностей вступника, що є достатніми для здобуття освітнього ступеня доктора філософії на основі НРК7 за спеціальністю G4 «Енерговиробництво» і спеціалізацією G4.02 «Теплоенергетика», освітньо-науковою 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.

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. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Навчальна дисципліна №1 Тепломасообмін.

Види розповсюдження теплоти: теплопровідність, конвекція та теплове випромінювання. Складний теплообмін. Поняття про масообмін.

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 нестационарну теплопровідність. Методи розв'язування крайових задач. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Теплопровідність тіл з внутрішніми джерелами теплоти.

Конвективний теплообмін. 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.

Теплообмін випромінюванням. Фізика випромінювання, радіаційні властивості. Основні закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами. Захист від теплового випромінювання. Теплове випромінювання газів.

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. Основні теплоізоляційні матеріали, їх характеристики та області застосування. Вибір теплоізоляційних матеріалів.

Навчальна дисципліна №2 Технічна термодинаміка.

Суміш ідеальних газів. Рівняння стану в диференціальній формі. Термічні коефіцієнти. Рівняння стану ідеального газу. Універсальне рівняння стану ідеального газу. Суміш ідеальних газів.

Перший закон термодинаміки. Еквівалентність теплоти і роботи. Закон збереження і перетворення енергії. Внутрішня енергія системи. Закон Джоуля. Внутрішня енергія ідеального газу. Взаємодія термодинамічної системи з навколишнім середовищем. Ентальпія та ексергія: визначення та застосування.

Масова, об'ємна і молярна теплоємності ідеального газу. Теплоємність при постійних об'ємах і тиску. Рівняння Майєра. Визначення газу з використанням молекулярної і кінетичної теорії газів. Основні термодинамічні процеси ідеальних газів. Політропний процес.

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

Витік та дроселювання газу та пари. Рівняння руху. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. Розрахована робота газу в потоці. Рівняння нерозривності. 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.

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.

Цикли теплових ДВЗ. Цикли газотурбінних установок. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання. Цикли газотурбінних установок. Цикли реактивних двигунів. 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. Термодинамічні основи теплофікації. Цикли парогазових установок. Цикли атомних енергетичних установок. Енергетичні установки з МГД-генератором.

Навчальна дисципліна №3 «Насоси, вентилятори та обладнання»

Рівняння нерозривності потоку. Рівняння руху. Гідравлічні опори. Рівняння збереження імпульсу. Основні параметри роботи нагнітачів. Класифікація нагнітачів. Принцип роботи і основи гідростатики лопатних нагнітачів. Кінематика потоку в робочому колесі нагнітача. Рівняння Ейлера для роботи лопатного колеса. Характеристики лопатних нагнітачів. Втрати перед робочим колесом. Втрати на робочому колесі. Подібність лопатевих нагнітачів. Робота нагнітача в мережі. Спільна робота нагнітачів. Паралельне та послідовне включення нагнітачів. Змішане включення нагнітачів. Експлуатаційні особливості роботи нагнітачів. Стійкість роботи нагнітачів.

Навчальна дисципліна №4 «Котельні установки промислових підприємств»

Котельні установки та паротурбінні електричні станції. Властивості робочих тіл. Циркуляція води в паровому котлі. Тепловий баланс котельного агрегату. Основні характеристики топкового пристрою. Топки для пошарового спалювання палива. Топки з ручним обслуговуванням. Камерні топки. Пилоприготування. Пристрої золовловлювання та шлакозоловидалення. Обмуровка котла та теплова ізоляція. Контрольно-вимірні пристрої та автоматика котельного агрегату. Трубопроводи та арматура котлоагрегатів. Підготовка води для котлів. Водний режим котельних агрегатів. Методи отримання чистої пари. Організація експлуатації котельного обладнання. Організація та проведення ремонту котельного агрегату

Навчальна дисципліна №5 «Теплофікація та теплові мережі»

Проектно-конструкторські служби для проектування енергетичних установок і систем підприємств. Проекти, їх склад і структура. Проектування систем промислового теплопостачання. Режими відпуску теплоти і методи регулювання теплового навантаження. Будівельні і механічні конструкції теплових мереж. Гідравлічний розрахунок теплових мереж. Гідравлічний режим теплових мереж. Тепловий розрахунок теплових мереж. Конструкції та розрахунок на міцність теплових мереж. Розрахунок елементів систем промислового теплопостачання: методика вибору і розрахунку поверхневих теплообмінників і деаераторів. Установки для вироблення теплоти. Районні і промислові котельні. Використання вторинних теплових ресурсів. Математичне забезпечення розрахунків систем теплопостачання. Проектування систем холодостачання. Проектування газопостачання. Технологія оформлення технічної документації на проєктований об'єкт.

Навчальна дисципліна №6 «Паливо та основи теорії горіння»

Матеріальний і тепловий баланс процесів горіння. Види топочних пристроїв. Тепловий баланс процесу горіння. Визначення надлишку повітря. Горіння газового та рідкого палива. Турбулентне горіння заздалегідь підготовлених сумішей. Дифузійне горіння газів. Пальники промислових агрегатів. Горіння твердих палив. Горіння вугільного пилу.

IV. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна

1. Бердишев М.Ю. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання/ Бердишев М.Ю., Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Запоріжжя: ЗДІА, 2015. – 270 с.
2. Чейлитко А.О. Проектування та оптимізація систем теплопостачання: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА напряму 144 “Теплоенергетика” денної і заочної форми навчання / ЗДІА; А.О.Чейлитко – Запоріжжя. : ЗДІА, 2016. – 200 с.
3. 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.
4. Банах В. А., Чейлитко А. О., Ільїн С. В., Гладишева Т. В. Інформаційні технології гідроелектростанцій. Запоріжжя: ЗНУ, 2021. 158 с..
5. Ільїн С. В. Енергоаудит [Електронний ресурс] : навч.-метод. посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації центру пезперервної освіти : навч.-метод. посібник / С. В. Ільїн, А. О. Чейлитко, І. М. Мних ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 130 с.
6. Барсук Р. В. Системний аналіз у теплопостачанні з трубчастими газовими

нагрівачами :навчальний посібник / Р. В. Барсук, Т. В. Данилова, В. В. Данішевський, В. Ф. Іродов, В. В. Ткачова, Д. Є. Шаптала, Г. Я. Чорноморець. – Дніпро : ДВНЗ «ПДАБА», 2017. –92 с.

7. Іродов В. Ф. Теплогенеруючі установки та їх математичне моделювання : навчальний посібник / В. Ф. Іродов, В. В. Ткачова, Г. Я. Чорноморець. – Дніпропетровськ : Будинок друку, 2015. –80 с.

8. Чейлитко А.О., Ільїн С.В., Чижов С.Є., Кірюшков В.О., Сидоренко О.В. Основи наукових досліджень в теплоенергетиці: навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 144 «Теплоенергетика» освітньо-професійної програми «Теплоенергетика». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2021. 107 с.

9. 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.

10. 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. Шараєва — Запоріжжя : ЗНУ, 2019. — 170 с.

11. Чейлитко А.О. Використання вторинних енергоресурсів: навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА напряму 6.050601 “Теплоенергетика” денної і заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2014. 246 с.

13. AnatoliyPavlenko, ValeriyIvanovichDeshko, Andrii O. Cheilytko, IrynaSukhodub. Efficiencyofusingenergyinthehousingsector. Monografie. Kielce: KielceUniversityofTechnology. 2020. P.147

Додаткова

1. Банах А.В. Прикладні моделі формоутворення об'єктів інженерного захисту міських територій: монографія / А.В. Банах, А. О. Чейлитко, С.В. Ільїн, А.В. Черненко. Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 133 с.

2. Чейлитко А.О. Інформаційні технології в промисловості: монографія / С.В. Ільїн, А. О. Чейлитко, О.І. Федченко, С.Ю. Головка. Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 134 с.

3. 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 проєкту «Норвегія-Україна», UKR-20/002 (NUPASS). Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2021. 106 с.

4. Ільїн С. В. Чейлитко А. О. Кушнір С. М. Черненко Т. В. Енергетична ефективність будівель та інженерних систем: монографія. Запоріжжя: Видавничий дім "Гельветика", 2021. 180 с.

Інформаційні ресурси

1. Сайт наукової бібліотеки ЗНУ [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://library.znu.edu.ua/> (дата звернення 22.10.2019) – Назва з екрана.
2. Головна сторінка програмного продукту SolidWorks [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу <https://www.solidworks.com/ru>(дата звернення 10.01.2021) – Назва з екрана.
3. 3D SolidModellingVideos: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу <https://nisheeth-inventortalks.blogspot.com/> (дата звернення 10.01.2021) – Назва з екрана.
4. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). URL: <http://www.nerc.gov.ua/?id=15030>
Навчально-консультаційний центр Академії АНПІ. URL: <https://academy.rasep.ru/dopy/43-strategiya-ispolzovaniya-indeksov-tsitirovaniya/indeksy-tsitirovaniya-web-of-science/154-kratkoe-rukovodstvo-po-endnote-web-rus> (дата звернення: 29.11.2020).

Голова фахової
атестаційної комісії



Дмитро АЛЕКСІЄВСЬКИЙ