



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова приймальної комісії

Микола СТУПНІК

2026 р.

ПРОГРАМА

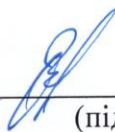
фахового іспиту для здобуття ступеня бакалавра за іншою спеціальністю, які вступують на основі вже здобутого ступеня бакалавра, магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста)

за спеціальністю **G4 Енерговиробництво**
(за спеціалізацією **G4.02 Теплоенергетика**)

Кривий Ріг
2026 р.

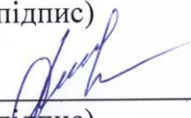
Програму склали:

1. Зав.каф., професор, д. т. н. ,
Замицький О.В.



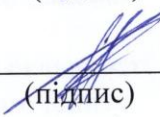
(підпис)

2. Доцент, к.т.н., Ялова А.М.



(підпис)

3. Ст.викладач Бондар Н.В.



(підпис)

Узгоджено на засіданні кафедри теплоенергетики
Протокол № 9 від «27» квітня 2026 р.
Завідувач кафедри теплоенергетики, д.т.н., проф.
Замицький О.В.



(підпис)

Узгоджено на засіданні вченої ради електротехнічного факультету
Протокол № 9 від «27» квітня 2026 р.

Голова вченої ради електротехнічного факультету
декан факультету, к.т.н., доцент Федотов В.О.



(підпис)

Зміст

стор.

1. Вступ	4
2. Перелік дисциплін, що виносяться на фаховий іспит	4
3. Порядок проведення фахового іспиту	4
4. Перелік тем та питань з дисциплін, що виносяться на фаховий іспит	4
5. Критерії оцінювання тестових завдань різних рівнів складності	9
6. Рекомендована література для підготовки до фахового іспиту	9

1. Вступ

Завданням програми фахового іспиту є виявлення у вступників за іншою спеціальністю, які вступають на основі вже здобутого ступеня бакалавра, магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) та мають здібності для подальшого навчання з метою отримання ступеню бакалавра за спеціальністю G4 Енерговиробництво (за спеціалізацією G4.02 Теплоенергетика), що надає можливість займатись виробничою діяльністю на підприємствах.

Метою фахового іспиту є комплексна перевірка знань вступників, які вони отримали в результаті вивчення циклу дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою та навчальними планами у відповідності освітньо-кваліфікаційному рівню ступеня бакалавра, магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста). Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані уміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

2. Перелік дисциплін, що виносяться на фаховий іспит

Фаховий іспит проводиться по дисциплінам:

1. «Технічна термодинаміка».
2. «Тепломасообмін».
3. «Котельні установки».

3. Порядок проведення фахового іспиту

Фаховий іспит для здобуття ступеня бакалавра за іншою спеціальністю складається у письмовій формі у терміни, затверджені наказом ректора. Кожен з абітурієнтів отримує для складання білет з тестовими завданнями.

Під час складання фахового іспиту забороняється користуватися мобільними телефонами, іншими допоміжними засобами та будь-якими літературними джерелами. Форма проведення фахового іспиту спрямована на створення сприятливих умов для об'єктивності оцінювання знань абітурієнтів

4. Перелік тем та питань з дисциплін, що виносяться на фаховий іспит

Дисципліна 1. Технічна термодинаміка

1. Основні поняття і визначення.
 - 1.1. Термодинамічна система і довкілля.
 - 1.2. Термодинамічний стан і параметри робочого тіла.
 - 1.3. Термодинамічний процес.
 - 1.4. Рівняння стану ідеальних газів.
2. І закон термодинаміки.

- 2.1. Закон збереження енергії.
 - 2.2. Внутрішня енергія системи.
 - 2.3. Теплота та робота.
 - 2.4. Теплова взаємодія. Ентропія.
 - 2.5. Рівняння першого закону термодинаміки.
3. Теплоємність ідеальних газів.
 - 3.1. Основні визначення.
 - 3.2. Теплоємність газів.
 - 3.3. Залежність теплоємності від температури.
 - 3.4. Ентальпія.
4. Термодинамічні процеси.
 - 4.1. Ізохорний процес.
 - 4.2. Ізобарний процес.
 - 4.3. Ізотермічний процес.
 - 4.4. Адіабатний процес.
 - 4.5. Політропний процес.
5. II закон термодинаміки.
 - 5.1. Коловий процес.
 - 5.2. Загальні властивості циклів.
 - 5.3. Цикл Карно.
 - 5.4. Ентропія, змінення ентропії при необоротних процесах.
 - 5.5. Математичний вираз II закону термодинаміки.
6. Ексергія.
 - 6.1. Ефективність перетворення енергії різних видів.
 - 6.2. Ексергія і енергія.
 - 6.3. Ексергетичний баланс.
7. Диференціальні рівняння термодинаміки.
 - 7.1. Умови рівноваги термодинамічної системи.
 - 7.2. Рівняння Максвелла.
 - 7.3. Диференціальне рівняння стану термодинамічної системи.
 - 7.4. Диференціальне рівняння внутрішньої енергії, ентальпії і ентропії.
 - 7.5. Термодинамічні потенціали.
 - 7.6. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
8. Термодинаміка реальних тіл.
 - 8.1. Основні особливості реальних тіл.
 - 8.2. Рівняння стану реальних газів.
 - 8.3. Процеси утворення водяної пари.
 - 8.4. T-S і I-S діаграми водяної пари.
 - 8.5. Термодинамічні процеси водяної пари.
9. Суміші газів.
 - 9.1. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона.
 - 9.2. Газова стала та уявна молекулярна маса суміші.
 - 9.3. Теплоємність газових сумішей.
 - 9.4. Парогазові суміші.
 - 9.5. Параметри стану вологого повітря.

9.6.I-d – діаграма вологого повітря.

10. Термодинаміка потоку.

- 10.1. І закон термодинаміки для стаціонарного потоку.
- 10.2. Наявна робота.
- 10.3. Процеси течії газів та пари.
- 10.4. Ізоентропійна течія газів та пари у каналах.
- 10.5. Сопло Лавалю.
- 10.6. Процеси змішування потоків. Ежектори.
- 10.7. Дроселювання.

11. Компресорні установки.

- 11.1. Стискання газів та парів.
- 11.2. Одно- та багатоступеневі компресори.
- 11.3. Турбокомпресори.
- 11.4. Дійсна індикаторна діаграма одноступеневого компресора.

12. Цикли двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

- 12.1. Основні положення.
- 12.2. Принцип дії ДВЗ.
- 12.3. Цикл Отто.
- 12.4. Цикл Дізеля.
- 12.5. Цикл Трінклера.
- 12.6. Порівняння циклів.

13. Цикли газотурбінних установок (ГТУ).

- 13.1. Основні характеристики.
- 13.2. Цикли ГТУ з підведенням теплоти при $P = \text{const}$.
- 13.3. Цикли ГТУ з підведенням теплоти при $P = \text{const}$ і з регенерацією.
- 13.4. Цикли ГТУ з підведенням теплоти при $V = \text{const}$.
- 13.5. Порівняння циклів ГТУ.
- 13.6. Ексергетичний баланс ГТУ.
- 13.7. Цикли реактивних двигунів.

14. Цикли паросилових установок (ПСУ).

- 14.1. Цикл Карно у паросилових установках.
- 14.2. Цикл Ренкіна.
- 14.3. Вплив параметрів водяної пари на ефективність роботи ПСУ.
- 14.4. Удосконалення циклів ПСУ.
- 14.5. Теплофікаційні цикли.
- 14.6. Цикли ПГУ.

15. Цикли холодильних установок.

- 15.1. Основні поняття.
- 15.2. Цикли повітряних холодильних машин.
- 15.3. Цикли парокомпресорних холодильних установок.
- 15.4. Абсорбційні холодильні установки.
- 15.5. Теплові насоси.

1. Теплопровідність і теплопередача при стаціонарному режимі.
 - 1.1. Головні поняття і розрахункові залежності.
 - 1.2. Плоска стінка.
 - 1.3. Циліндрична стінка.
 - 1.4. Кульова стінка.
2. Теплообмін на ребристій поверхні.
 - 2.1. Плоска стінка з прямими ребрами постійного поперечного перетину.
 - 2.2. Циліндрична стінка з круглим ребром постійної товщини.
3. Теплообмін з урахуванням внутрішніх джерел тепла.
 - 3.1. Циліндричний стрижень.
 - 3.2. Циліндрична труба.
 - 3.3. Теплообмін в умовах електричного нагрівання.
4. Теплопровідність при нестаціонарному режимі.
 - 4.1. Тіла з одномірним температурним полем.
 - 4.2. Тіла кінцевих розмірів.
 - 4.3. Розрахунок відданої (сприйнятої) тілом теплоти.
 - 4.4. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл.
5. Теорія подоби стосовно до теплових процесів.
 - 5.1. Числа теплової і гідромеханічної подоби процесів.
 - 5.2. Умови подоби фізичних процесів.
 - 5.3. Слідства з умов подоби.
6. Тепловіддача при змушеному прямуюванні рідини.
 - 6.1. Головні положення.
 - 6.2. Тепловіддача при подовжньому обтіканні пластини.
 - 6.3. Тепловіддача при прямуюванні потоку усередині труб (каналів).
 - 6.4. Тепловіддача при поперечному обтіканні труб і пучків.
7. Тепловіддача при вільній конвекції.
 - 7.1. Вільна конвекція у великому обсязі.
 - 7.2. Вільна конвекція в обмеженому обсязі.
8. Тепловіддача при плівковій конденсації чистої пари.
 - 8.1. Конденсація нерухомої пари.
 - 8.2. Конденсація пари, що рухається.
9. Тепловіддача при кипінні рідини.
 - 9.1. Пухирьцьове кипіння у великому обсязі.
 - 9.2. Пухирьцьове кипіння в трубах при змушеній конвекції.
 - 9.3. Плівкове кипіння у великому обсязі.
10. Теплообмін випромінювання між тілами, розділеними прозорим середовищем.
 - 10.1. Основні закони теплового випромінювання.
 - 10.2. Лучисто-конвективний теплообмін між двома тілами. Умовний коефіцієнт теплового випромінювання.
11. Процеси масообміну.
 - 11.1. Основні поняття й закони.
 - 11.2. Диференціальні рівняння тепло- і масообміну.

- 11.3. Тепло- масовіддача.
- 11.4. Дифузійний прикордонний шар.
- 11.5. Аналогія процесів теплообміну й масообміну.
- 11.6. Тепло- і масообмін при конденсації пари з парогазової суміші.
- 11.7. Тепло- і масообмін при випаровуванні рідини в парогазове середовище.
- 12. Основи розрахунку рекуперативних теплообмінників.
 - 12.1. Тепловий розрахунок теплообмінників.
 - 12.2. Гідромеханічний розрахунок теплообмінників.

Дисципліна 3. Котельні установки

- 1. Схема парогенераторної установки.
 - 1.1. Призначення та класифікація котельних установок.
 - 1.2. Загальна схема парогенераторної установки і принцип її дії.
 - 1.3. Робочі параметри теплообмінюючих речовин
- 2. Паливо та теорія горіння.
 - 2.1. Загальні відомості. Види палива. Тверде паливо, його класифікація.
 - 2.2. Характеристика золи.
 - 2.3. Склад робочої, сухої та горючої маси палива. Теплота згоряння і засоби її визначення.
 - 2.4. Рідке паливо. Газоподібне паливо.
 - 2.5. Розрахунки процесів горіння твердого, рідинного та газоподібного палива. Витрата повітря, потрібного для горіння.
 - 2.6. Склад і об'єм продуктів згоряння. Ентальпія повітря та продуктів згоряння.
 - 2.7. Теорія горіння органічного палива. Основні положення. Запалювання і горіння палива. Аеродинамічна структура процесу горіння.
 - 2.8. Сумішоутворення. Дійсна горюча суміш. Газифікація палива. Основні розрахункові положення.
- 3. Тепловий баланс котельного агрегату, втрати теплоти, к.к.д. Ексергетичний баланс котлоагрегату.
- 4. Топкові пристрої.
 - 4.1. Топкові пристрої та їх класифікація.
 - 4.2. Шарові топки та їх конструктивні особливості.
 - 4.3. Камерні топки. Технічні характеристики топок.
- 5. Сумісне спалення газу та мазуту в одній топці.
- 6. Аеродинаміка топкових процесів.
 - 6.1. Аеродинамічні закономірності потокових топкових процесів.
 - 6.2. Формування факелів твердого, рідинного та газоподібного палива при взаємодії супутних та зустрічних потоків; потоків у середовищі інших щільностей; потоків у системі струмів у обмеженому об'ємі, вихрових турбулентних струмів.
 - 6.3. Закономірності руху потоку у циклонній топці.
- 7. Теплообмін у котельному агрегаті.

7.1. Особливості теплообміну у топці.

7.2. Конструкції екранних поверхонь.

7.3. Особливості теплообміну в конвективних поверхнях нагріву котла.

7.4. Конструктивні особливості пароперегрівників та їх теплові розрахунки.

Засоби регулювання температури перегрітої пари.

7.5. Водяні економайзери, їх призначення, конструкції та теплові розрахунки.

7.6. Повітропідігрівники, їх призначення, конструкції та теплові розрахунки.

8. Гідродинаміка котельного агрегату.

8.1. Рух води і пароводяної суміші у випарювальних елементах котла. Температурний режим обігріваних труб.

8.2. Гідродинаміка пароводяної частини котельного агрегату. Принципова схема циркуляції води і пароводяної суміші у котлі. Показники надійності природної циркуляції.

9. Засоби золоуловлювання.

9.1. Засоби очистки димових газів. Класифікація золоуловлюючих пристроїв, їх використання при роботі котлоагрегатів на твердому паливі.

9.2. Золовидалення, системи золовидалення.

5. Критерії оцінювання тестових завдань різних рівнів складності

Білеті фахових випробувань складаються з 24 тестових завдань. Правильна відповідь на тестові завдання першого рівня складності оцінюється у 0,8 балів; другого рівня складності – 1,0 бал, третього рівня складності – 1,2 бали.

6. Рекомендована література для підготовки до фахового іспиту

1. Буляндра О. Ф. Технічна термодинаміка. Підручник. Київ : Техніка, 2001. 315 с. URL :

http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/471/bulyandra_o_f_tehn_chna_termodinam_ka.pdf.

2. Чепурний М. М., Ткаченко С. І. Основи технічної термодинаміки. Вінниця : Поділля - 2000, 2004, 352 с. URL :

https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Chepurniy_2004_352.pdf.

3. Мороз І. О. Основи термодинаміки : навч. посіб. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2009. 180 с. URL : <https://www.library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/21.pdf>.

4. Дубровська В. В., Шкляр В. І. Термодинаміка та теплообмін : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ» : вид-во «Політехніка», 2016. 152 с.

URL : <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d0306dc3-6662-4fba-86bd-b445d3668fb7/content>.

5. Співак О. Ю., Резидент Н. В. Тепломасообмін. Частина I : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. 113 с.

URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Spivak_P1_2021_113.pdf.

6. Співак О. Ю., Резидент Н. В. Тепломасообмін. Частина II : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання : електронний ресурс. Вінниця : ВНТУ, 2022. 95 с.

URL : https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2023/Spivak_P2_2022_95.pdf.

7. Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. Тепломасообмін : навч. посіб. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. 100 с.

URL : http://elibrary.donnuet.edu.ua/2305/1/NP_Teplomasoobmin.pdf.

8. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Боднар Л. А. Котельні установки : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2016. 185 с. URL : <https://ctor.com.ua/wp-content/uploads/2024/05/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B9%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>

9. Степанов Д. В., Корженко Є. С., Боднар Л. А. Котельні установки промислових підприємств. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2011. 120 с. URL :

https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/1256055/mod_resource/content/1/%D0%9A%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%20%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%94%D0%BC%D1%81%D1%82%D0%B2.pdf?utm_source=chatgpt.com

