

Затверджую

Голова Приймальної комісії
Ректор



Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики
повна назва факультету/навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА
фахового іспиту
на здобуття освітнього ступеня магістра
за освітньо-професійною та освітньо-науковою програмою
«Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій»

за спеціальністю 144 «Теплоенергетика»

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового інституту
атомної та теплової енергетики

Протокол № 9 від «25» « 03 » 2024 р.

Голова Вченої Ради

Євген ПИСЬМЕННИЙ

ВСТУП

Мета фахового іспиту – визначення рівня набутих теоретичних та практичних знань, їх використання при дослідженні та вирішенні конкретних наукових, науково-технічних задач, а також визначення ступеню підготовки вступників до самостійної роботи в умовах сучасного навчального процесу.

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 144 Теплоенергетика для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти при вступі на навчання на освітньо-професійну та освітньо-наукову програму підготовки магістра «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій» за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

Фаховий іспит проводиться письмово його тривалість складає дві академічні години (90 хвилин) без перерви. Білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом, і включає три питання з чотирьох будь-яких розділів програми фахового іспиту. Теоретичне питання відповідно до програми фахового іспиту передбачає змістовне і обґрунтоване розкриття поставленого завдання. Виконання практичного завдання має складатися з постановочної частини задачі, яка в разі необхідності супроводжується пояснювальними рисунками, запису основних розрахункових співвідношень, виконання чисельного рішення і обґрунтованого аналізу отриманих результатів.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

У наступному розділі програми наведений повний перелік тем, які виносяться на фаховий іспит для вступу на освітню програму підготовки магістра «Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».

РОЗДІЛ 1

- 1.1. Фізична сутність основних способів перенесення теплоти. Складний теплообмін. Приклади складного теплообміну.
- 1.2. Кількість теплоти, тепловий потік, поверхнева та лінійна густина теплового потоку. Їх одиниці вимірювання.
- 1.3. Призначення і зміст умов однозначності для процесів теплопровідності.
- 1.4. Фізична сутність процесу теплопередачі через плоску стінку. Методика визначення теплового потоку.
- 1.5. Геометричний і фізичний зміст температурного градієнта.

- 1.6. Закон теплопровідності Фур'є. Розмірність і фізичний зміст коефіцієнта теплопровідності.
- 1.7. Поняття термічних опорів стінки і їх фізичний зміст у випадку теплопровідності через плоску стінку.
- 1.8. Фізична сутність процесу теплопередачі через циліндричну стінку. Методика визначення лінійної густини теплового потоку.
- 1.9. Еквівалентна теплопровідність двошарової плоскої стінки. Фізична суть процесу тепловіддачі та методика визначення теплового потоку для цього процесу. Поняття термічних опорів тепловіддачі і їх фізичний зміст.
- 1.10. Умови подібності фізичних процесів та їх зміст.
- 1.11. Основні положення методу подібності на прикладі задачі тепловіддачі. Числа подібності і рівняння подібності, їх фізична сутність.
- 1.12. Основні положення методу подібності на прикладі задач нестационарної теплопровідності. Числа подібності і рівняння подібності, їх фізична сутність.
- 1.13. Методика розрахунку процесу теплообміну між оребреною поверхнею і оточуючою рідиною. Суть приведеного коефіцієнта тепловіддачі.
- 1.14. Основні положення теорії плівкової конденсації пари на вертикальній стінці, а також на вертикальній і горизонтальній трубах. Формули для визначення середнього коефіцієнта тепловіддачі.
- 1.15. Основні положення процесу кипіння. Умови початку процесу кипіння. Критичний радіус парової бульбашки.
- 1.16. Суть понять гідродинамічного і теплового пограничних шарів.
- 1.17. Рівняння теплового балансу для тіла, що приймає участь в променевому теплообміні. Фізична суть понять поглинальна, відбивна та пропускна здатність.
- 1.18. Призначення і принцип дії екранів. Потоки результативного випромінювання в системі з двох плоскопаралельних тіл без екрана і з одним екраном. Числове підтвердження ефективності дії екрана.

РОЗДІЛ 2

- 2.1. Основні відомості про рідке і газоподібне середовище (маса, густина, вага, тиск, температура, температурне розширення, коефіцієнт динамічної в'язкості, коефіцієнт кінематичної в'язкості).
- 2.2. Прилади для вимірювання тиску та швидкості рідини, робота яких ґрунтується на використанні законів гідромеханіки.
- 2.3. Використання законів гідрогазодинаміки для обґрунтування дії гідравлічного преса.
- 2.4. Вплив шорсткості поверхні труби на втрати тиску при течії в ній рідини. Різниця між абсолютною та еквівалентною шорсткістю.

- 2.5. Поверхневий натяг у рідині. Фізичні причини його виникнення. Вільна поверхнева енергія та її визначення.
- 2.6. Фізична сутність мінімальної густини зрошення плівкою рідини теплообмінної поверхні.
- 2.7. Поняття про краєвий кут змочування. Фактори, які визначають його значення.
- 2.8. Поняття про капіляр. Поведінка рідини у капілярах. Використання капілярно-пористих тіл у теплоенергетиці.
- 2.9. Рівняння Лапласа для капілярного тиску.
- 2.10. Рівняння Бернуллі та його геометрична інтерпретація.
- 2.11. Закон збереження енергії при течії реальної рідини у трубопроводах.
- 2.12. Порівняння моделей рідини, що використовуються при вирішенні гідромеханічних задач.
- 2.13. Основне гідростатичне рівняння, приклади його використання в теплоенергетиці.
- 2.14. Розподіл швидкості руху реальної рідини по перерізу труби при ламінарній та турбулентній течії. Причини перебудови розподілу швидкості реальної рідини при течії її у трубопроводах. Початкова гідродинамічна ділянка.
- 2.15. Прості і складні трубопроводи. Методика побудови епюри втрат напору при течії реальної рідини у складному трубопроводі.
- 2.16. Методика розрахунку лінійних втрат тиску при течії реальної рідини у трубі.
- 2.17. Поняття про місцеві гідравлічні опори. Методика підрахунку місцевих втрат тиску при течії реальної рідини у трубах.
- 2.18. Характерні режими течії двофазових газорідинних потоків у трубах і каналах.

РОЗДІЛ 3

- 3.1. Характеристики вологого повітря: абсолютна і максимальна абсолютна вологість, відносна вологість, точка роси, вологовміст.
- 3.2. Волога насичена пара, міра сухості і методика обчислення параметрів вологої насиченої пари за допомогою таблиць термодинамічних властивостей води і водяної пари.
- 3.3. h_s -діаграма водяної пари, три стадії процесу пароутворення, розташування характерних кривих.
- 3.4. T_s -діаграма водяної пари, три стадії процесу паротворення, розташування характерних кривих.
- 3.5. p_v -діаграма водяної пари, три стадії процесу пароутворення, характерні області. Визначення параметрів водяної пари за допомогою таблиць.
- 3.6. Суміш ідеальних газів і її особливості. Склад газової суміші і перерахунок складу суміші. Обчислення парціальних тисків, молярної маси, питомої газової постійної суміші.

- 3.7. Теплоємність ідеальних газів: поняття теплоємності; види теплоємності залежно від міри речовини; залежність теплоємності від характеру процесу і температури.
- 3.8. Рівняння ізобарного і ізотермічного процесів з ідеальним газом. Співвідношення, що зв'язують параметри різних точок цих процесів.
- 3.9. Рівняння, які використовуються для визначення енергетичних результатів газових процесів.
- 3.10. Рівняння 1-го закону термодинаміки для стаціонарних потокових процесів (узагальнена форма) і правило його застосування.
- 3.11. Додаток 1-го закону термодинаміки для стаціонарних поточних процесів до теплообмінників поверхневого типу. Причини необоротності процесів в реальних теплообмінниках.
- 3.12. 2-й закон термодинаміки: принцип не зменшення ентропії ізольованої системи, його тлумачення. Особливості теплообміну в ізольованій системі.
- 3.13. Прямі цикли: додаток 1 і 2 законів термодинаміки, основні виводи, оцінка ефективності.
- 3.14. Узагальнене рівняння для деформаційної роботи, його обґрунтування, додаток до рівноважних, умовно рівноважних і не рівноважних процесів. Ідеальний цикл ГТУ з підведенням теплоти при $p = \text{const}$.
- 3.15. Додаток 1 і 2-го законів термодинаміки до адіабатних машин. Зображення адіабатних необоротних процесів Ts -діаграмі.
- 3.16. Енергетичні баланси реальної ТСУ, що працює за циклом Ренкіна.
- 3.17. Зворотні цикли: додаток 1 і 2 законів термодинаміки, основні виводи, оцінка ефективності циклів холодильних і теплонасосних установок.

РОЗДІЛ 4

- 4.1. Типи та класифікація електростанцій. Споживачі енергії. ТЕС та АЕС як промислові підприємства.
- 4.2. Особливості енергетичної галузі промисловості. Типи та класифікація електростанцій за видом енергії, що продукується, за первинними енергоресурсами, за початковими параметрами пари, за режимами роботи, за технологічною структурою.
- 4.3. Енергетичні системи. Об'єднана енергосистема України. Модель енергетичного ринку України.
- 4.4. Нерівномірність споживання електричної та теплової енергії. Графіки теплового та електричного навантаження.
- 4.5. Паливно енергетичні ресурси. Технологічні схеми паротурбінних електростанцій, їх термодинамічні цикли.
- 4.6. Цехова структура. Організація управління та експлуатації блочних ТЕС.
- 4.7. Теплова економічність та енергетичні показники електростанцій.

- 4.8. Термодинамічні основи роботи ТЕС і АЕС. Енергетичні показники роботи електростанцій. Принципові теплові схеми ТЕС.
- 4.9. Питомі показники КЕС. Витрати електроенергії на власні потреби. Розрахунки для умов експлуатації. Особливості розрахунку теплової економічності ТЕЦ.
- 4.10. Принципові теплові схеми ТЕЦ різного призначення та початкових параметрів пари.
- 4.11. Оцінка та аналіз показників теплової економічності АЕС різного типу, схеми, розрахунки.
- 4.12. Способи підвищення теплової економічності паротурбінних електростанцій. Вплив кінцевих та початкових параметрів пари ТЕС та АЕС на надійність та економічність роботи.
- 4.13. Вибір кінцевих параметрів пари. Проміжний перегрів пари, термодинамічні основи та реалізація. Вибір параметрів проміжного перегріву на КЕС та ТЕЦ. Вплив проміжного перегріву на економічність, надійність та маневреність енергоблоків. Допустима вологість на останніх ступенях турбін. Сепарація пари.
- 4.14. Аналіз економічності АЕС в порівнянні з ТЕС. Регенеративний підігрів живильної води на ТЕС та АЕС, термодинамічні основи.
- 4.15. Вибір оптимальної температури живильної води, кількості та параметрів відборів пари. Розподіл підігріву води за ступенями регенерації.
- 4.16. Вплив способу на надійність, економічність та вартість обладнання теплових схем ТЕС та АЕС. Особливість розподілу підігріву води за ступенями регенерації на ТЕС з промперегрівом.
- 4.17. Типи та конструкції регенеративних підігрівачів. Аналіз економічності, експлуатаційної надійності, капітальних витрат. Вибір типу регенеративних підігрівачів живильної води та конденсату.
- 4.18. Способи та схеми зливу дренажу поверхневих регенеративних підігрівачів. Виносні та вбудовані охолоджувачі пари та дренажу, схеми вмикання.
- 4.19. Особливості систем регенерації високого та низького тиску на ТЕС та АЕС різної потужності та параметрів.
- 4.20. Підвищення економічності діючих електростанцій шляхом розширення надбудовою та прибудовою.
- 4.21. Баланси пари та води в контурах ТЕС та АЕС. Способи утилізації втрат пари та конденсату. Втрата пари та конденсату на ТЕС та АЕС.
- 4.22. Вплив збитків води та пари на економічність роботи електростанцій. Способи підготовки додаткової води. Утилізація збитків пари та конденсату на ТЕС.
- 4.23. Теплові та соляні баланси. Термічна водопідготовка.

- 4.24. Випарні установки ТЕС, типи, конструкції, варіанти ввімкнення в теплові схеми ТЕС і АЕС.
- 4.25. Багатоступеневі випарювальні установки. Схеми продувки котлів та випарних установок ТЕС.
- 4.26. Обробка води на АЕС різного типу. Баланси пари та води на АЕС.
- 4.27. Деаерація води на ТЕС та АЕС. Фізико-хімічні основи деаерації води.
- 4.28. Вимоги до якості живильної води ТЕС та АЕС. Фактори, що впливають на ефективність деаерації води.
- 4.29. Хімічні та термічні методи виділення кисню з живильної води ТЕС. Змішувач підігрівач деаератор.
- 4.30. Функції деаераторів в теплових схемах ТЕС та АЕС. Включення деаераторів в теплові схеми електростанцій.
- 4.31. Нейтрально-кисневий водно-хімічний режим на ТЕС. Умови реалізації. Бездеаераторні теплові схеми.
- 4.32. Живильні установки, трубопроводи та арматура електростанцій.
- 4.33. Живильні установки ТЕС та АЕС. Призначення. Типи живильних насосів.
- 4.34. Схеми включення турбоприводів, одно- та двопідйомні схеми вмикання живильних насосів в теплові схеми.
- 4.35. Особливості живильних насосів АЕС. Головні циркуляційні насоси АЕС.
- 4.36. Трубопроводи електростанцій, вимоги, характеристики, категорії. Технічний розрахунок трубопроводів. Арматура електростанцій: запірні, регулюючі та запобіжні.
- 4.37. Комбінований виробіток електроенергії та теплоти. Комбінована генерація тепла і електроенергії.
- 4.38. Особливості ТЕЦ, як енергетичного підприємства. Оцінка теплової економічності ТЕЦ.
- 4.39. Відпуск пари промисловим споживачам тепла від ТЕЦ. Відпуск пари з протитиску турбін типу Р. Відпуск промислової пари за допомогою РОУ.
- 4.40. Відпуск технологічної пари з промислового відбору турбін типу ПТ. Відпуск промислової пари за допомогою термокомпресорів.
- 4.41. Закрита схема відпуску промислової пари за допомогою пароперетворювачів. Відпуск гарячої води з ТЕЦ. Теплофікаційні установки ТЕЦ. Багатоступеневий підігрів мережної води і його теплова ефективність
- 4.42. Компонування головних корпусів та генеральних планів ТЕС та АЕС. Технічні та економічні вимоги до компоновки ГК. Варіанти компоновок.

- 4.43. Вибір площі будування електростанції. Генеральні плани ТЕС, ТЕЦ, АЕС. Питомі показники генплану. Технічні вимоги компоновки головних корпусів. Особливості компоновки головних корпусів АЕС.
- 4.44. Нові прогресивні методи отримання енергії та перспективи розвитку енергетики.
- 4.45. Газотурбінні електростанції. Цикл Брайтона. Теплова схема ГТУ. Промислові газотурбінні установки.
- 4.46. Комбіновані парогазові установки. ПГУ з витісненням регенерації, з низько- та високо-напорними парогенераторами, з котлом-утилізатором.
- 4.47. Способи прямої конверсії хімічної енергії палива в електричну. Електростанції з магнітогідродинамічними установками. МГД установка як високотемпературна надбудова традиційної ТЕС.
- 4.48. Термоядерний синтез. Критерії ініціалізації керованого термоядерного синтезу. Концепція інерціального керованого термоядерного синтезу.
- 4.49. Теплова схема інерціальної термоядерної електростанції. Концепція квазістаціонарного термоядерного синтезу. Міжнародний експериментальний термоядерний реактор ITER.
- 4.50. Органічний цикл Ренкіна. Сфери застосування ОРС установок. Вибір теплових носіїв для установок органічного циклу Ренкіна.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Дозволяється використання інженерних калькуляторів.

При виконанні завдань фахового іспиту **забороняється** використовувати будь-які інші допоміжні матеріали та електронні засоби (мобільні телефони, ноутбуки, планшети, тощо).

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з фахового іспиту Φ) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні фахового іспиту. Кількість балів, набраних на іспиті (Φ), формується як середньоарифметична сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання фахового іспиту. Теоретичне питання відповідно до програми фахового іспиту передбачає змістовне і обґрунтоване розкриття поставленого завдання. Виконання практичного завдання має складатися з постановочної частини задачі, яка в разі необхідності супроводжується пояснювальними рисунками, запису основних розрахункових співвідношень, виконання чисельного рішення і отримання відповіді із записом одиниць вимірювання. Також виконується аналіз та обґрунтування отриманих результатів. Загалом білет містить чотири завдання, по одному питанню з кожної дисципліни.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно табл. 1.

Таблиця 1 - Розрахунок оцінки виконання кожного завдання фахового іспиту

Характер виконання завдання	Кількість рейтингових балів
Вступник змістовно і обґрунтовано розкрив теоретичне питання (не менше 95% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, надав обґрунтований аналіз одержаних результатів. Допускається одне незначне виправлення.	95 - 100
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання, але обґрунтування виконано недостатньо (не менше 85% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, але надав аналіз одержаних результатів без обґрунтування. Допускається два незначних виправлення	85 - 94
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання (не менше 75% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з несуттєвими неточностями, які не в повній мірі відображають фізику процесу, отримав відповідь, надав аналіз одержаних результатів. Допускається три незначних виправлення.	75 - 84
Вступник розкрив теоретичне питання (не менше 65% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з помилкою, яка призвела до кінцевої відповіді з певними недоліками, надав аналіз одержаних результатів. Допускається чотири незначних виправлення.	65 - 74
Вступник розкрив теоретичне питання, але недостатньо (не менше 60% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з певними помилками, які призвели до неправильної кінцевої відповіді, надав аналіз одержаних результатів. Допускається п'ять незначних виправлень.	60 - 64
Вступник не розкрив теоретичне питання (менше 59% потрібної інформації), чи надав відповідь, яка не відповідає сутності завдання. Або для практичного завдання виконав лише постановочну частину і запис окремих формул. Розрахунки не виконані, або містять грубі помилки. Кінцева відповідь відсутня, або є неправильною. Кількість виправлень - більше п'яти.	59 і менше

При виконанні вимог, наведених в колонці «Характер виконання завдання», вступник має змогу отримати максимальну кількість балів з

діапазону, вказаного в тому ж рядку в колонці «Кількість балів», за умови відсутності штрафних балів. Штрафні бали можуть нараховуватись за наступне:

- порушення логічної послідовності викладення матеріалу - 1 ...3 штрафні бали;
- окремі, дещо нечіткі формулювання, які допускають неоднозначні тлумачення - 1 штрафний бал за кожне таке формулювання;
- порушення масштабу при зображеннях залежностей на графіках, відсутність позначень величин на осях графіків - 1 штрафний бал за кожний з вказаних недоліків;
- стилістичні та граматичні помилки - 1 штрафний бал за кожну з помилок;
- неохайно написаний текст відповіді із значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді - 1 ...6 штрафних балів.

Загальний показник Φ визначається, як середньоарифметичне значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання фахового іспиту. Для фахового іспиту, який складається із 4-х завдань:

$$\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4) / 4.$$

Згідно чинних «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2024 році» при обчисленні конкурсного балу використовується шкала оцінювання від 100 до 200 балів. Перерахунок загального показника Φ у рейтингову оцінку фахового іспиту здійснюється згідно табл. 2.

Таблиця 2.

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

ПРИКЛАД ТИПОВИХ ЗАВДАНЬ ФАХОВОГО ІСПИТУ

Форма № Н-5.05

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітній ступінь магістр
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(назва)
Освітня програма Теплоенергетика та теплоенергетичні установки електростанцій
(назва)
Навчальна дисципліна Фаховий іспит

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № _____

1. Дайте пояснення поняттям кількість теплоти, тепловий потік, поверхнева та лінійна густина теплового потоку, потужність внутрішніх джерел теплоти. Визначте їх одиниці вимірювання.

2. Розрахункові характеристики вологого повітря: абсолютна і максимальна абсолютна вологість, відносна вологість, точка роси, вологовміст.

3. Що таке водно-хімічний режим на тепловій електростанції? Перерахуйте та надайте коротку характеристику відомих Вам водно-хімічних режимів ТЕС?

4. Задача. Розрахуйте річну потребу в паливі V_{II} енергоблока з турбіною К-210-130, що спалює вугілля з теплою згоряння $Q = 25$ МДж/кг та працює $T = 6000$ год на рік. ККД електростанції $\eta_c = 38\%$.

Затверджено на засіданні кафедри Теплової та альтернативної енергетики

Протокол № 19 від «19» березня 2024 року

Завідувач кафедри

(підпис)

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(прізвище та ініціали)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лабай, В.Й. Приклади і задачі з курсу тепломасообміну: навчальний посібник / В.Й. Лабай; Міністерство освіти і науки України, Національний університет «Львівська політехніка» - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 226 с.: іл., табл.

2. Вассерман, О. А. Основи тепломасообміну: навчальний посібник для вищих навчальних закладів / О.А. Вассерман, О.Г. Слинко, В.П. Мальчевський; Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Одеський національний морський університет. – Одеса: Фенікс, 2011. – 148 с.: іл.

3. Погорелов, А. І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): Навч. посіб. для студ. енергетич. спец. / А.І. Погорелов. – Львів: Новий Світ-2000, 2006. – 144 с.

4. Константинов, С. М. Теплообмін: підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів / С.М. Константинов; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". – Київ: Політехніка, 2005. – 304 с.

5. Альтман, Е. І. Гідрогазодинаміка: навчальний посібник / Альтман Е.І., Бошкова І.Л.; Міністерство освіти і науки України, Одеська національна академія харчових технологій. – Одеса: Бондаренко М. О., 2019. – 187 с.: іл., табл.

6. Гідрогазодинаміка: монографія / С.М. Василенко [та ін.]; Міністерство освіти і науки України, Національний університет харчових технологій. – Київ: Кондор, 2016. – 676 с.

7. Ярхо, А. А. Гидрогазодинамика: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. железнодорож. транспорта, обучающихся по спец. «Теплоэнергетика» / А.А. Ярхо, Е.Е. Счастный, В.М. Лялюк; под. ред. А.А. Ярхо; Мин-во транспорта и связи Украины, Украинская гос. акад. железнодорожного транспорта. – Харьков, 2010.

8. Методичні рекомендації з теоретичним матеріалом по вивченню курсу «Гідрогазодинаміка»: Для студ. теплоенер. спец. / Укл. Г. М. Любчик. - К.: КПІ, 1992. – 72 с.

9. Малишев, В. В. Технічна термодинаміка та теплопередача: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей денної та заочної форм навчання / В.В. Малишев, В.В. Кретов, Т.М. Гладка; Міністерство освіти і науки України, Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна». – Київ: Університет «Україна», 2015. – 257 с.

10. Пеньков, В. І. Технічна термодинаміка: навчальний посібник для студентів напряму 6.090601 «Теплоенергетика» / В.І. Пеньков; Мін-во освіти і

науки України, Нац. ун-т водного господарства та природокористування. – Рівне: НУВГП, 2010. – 209 с.

11. Константінов, С. М. Збірник задач з технічної термодинаміки та теплообміну: навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / С.М. Константінов, Р.В. Луцик; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». – Київ: Освіта України, 2009. – 544 с.

12. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка: підручник для студ. енергетичних спец. вnz / О.Ф. Буляндра. – К.: Техніка, 2006. – 320 с.

13. Константінов, С. М. Технічна термодинаміка: підручник для студентів вузів / С.М. Константінов. – Київ: Політехніка, 2001. – 368 с.

14. Алабовский, А. Н. Техническая термодинамика и теплопередача: учебное пособие для студентов технологических специальностей вузов / А.Н. Алабовский, И.А. Недужий. – Киев: Выща школа, 1990. – 255 с.: ил.

15. Гічов Ю.О. Теплові електростанції і проблеми перетворення енергії. Частина I: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 59 с.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Теплові електричні станції» для студентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетика заочної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., –Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 126 с.

17. Атомні електричні станції: Підручник для Вузів / М. В. Топольницький. – Львів:Видавництво «Бескид Біт», 2005. – 524 с.

18. Котельні установки: навчальний посібник /С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.

19. Розрахунок теплових схем ТЕС та АЕС [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Теплові та атомні електростанції та установки» для студентів теплоенергетичних спеціальностей / НТУУ «КПІ» ; уклад. Л. О. Кєсова, Ю. М. Побіровський, О. А. Сірий [та ін.]. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,63 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 81 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/9704>

20. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 3: Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / Є. Т. Базєєв, Б. Д. Білека, Є. П. Васильєв, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин; Наук. ред. В. М. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. – 2013. – 399 с. – ISBN 978-966-8163-15-9

21. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 4: Розвиток атомної енергетики та об'єднаних енергосистем / К. Б. Денисевич, Ю. О. Ландау, В. О. Нейман, В. М. Сулейманов, Б. А. Шилаєв; Наук. ред. Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. – 2013. – 303 с. – ISBN 978-617-635-005-7

Програму фахового іспиту розробили:

Чорноусенко Ольга Юріївна, д.т.н., професорка, професор
кафедри теплової та альтернативної енергетики _____

Пешко Віталій Анатолійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри
теплової та альтернативної енергетики _____

Притула Наталя Олександрівна, к.т.н., доцент, доцент кафедри
теплової та альтернативної енергетики _____

Середа Володимир Володимирович, к.т.н., доцент, доцент
кафедри теплової та альтернативної енергетики _____

Сірій Олександр Анатолійович, к.т.н., доцент, доцент
кафедри теплової та альтернативної енергетики _____

Програму фахового іспиту рекомендовано кафедрою теплової та
альтернативної енергетики (протокол № 19 від 19 березня 2024 року).

Зав. кафедрою теплової

та альтернативної енергетики

_____ (підпис)

Ольга ЧОРНОУСЕНКО