

**Програма вступного іспиту до аспірантури
зі спеціальності 144 – теплоенергетика
Інституту енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного
Національної академії наук України у 2025 році**

Затверджено на засіданні Вченої ради
від 13 березня 2025 року
протокол № 3

1. Основні поняття і визначення термодинаміки.
 2. Навколишнє середовище та її вплив на термодинамічну систему.
 3. Термодинамічний процес.
 4. Параметри стану.
 5. Теплоємність газів.
 6. Термодинамічна оборотність і необоротність.
 7. Рівняння стану термодинамічної системи.
 8. Визначення кількості роботи і теплоти через параметри системи.
 9. Перший закон термодинаміки як форма законів збереження енергії.
- Аналітичний вираз Першого закону.
10. Характеристичні функції.
 11. Другий закон термодинаміки. Формулювання.
 12. Аналітичний вираз Другого закону термодинаміки. Об'єднаний вираз Першого і Другого законів термодинаміки.
 13. Рівноважний стан простий термодинамічної системи.
 14. Рівняння Клайперона-Менделєєва і Ван-дер-Ваальса як приклади рівнянь стану.
 15. Особливості термодинамічних систем з перетвореннями фаз.
 16. Рівняння Клайперона-Клаузіуса.
 17. Вологе повітря. Характеристики стану вологого повітря.
 18. Прямий термодинамічний цикл.
 19. Зворотний термодинамічний цикл.
 20. Цикл Карно. Теорема Карно.
 21. Дроселювання газів і парів.
 22. Термодинамічні процеси ідеальних газів в закритих системах.
 23. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона.
 24. Процес пароутворення. Основні поняття і визначення.

Теорія тепломасообміну

1. Основні положення феноменологічного і статистичного методів дослідження фізичних явищ.
 2. Види переносу і їх механізм.
 3. Основні положення теорії подібності.
 4. Метод аналізу розмірностей.
 5. Теплопровідність, диференціальне рівняння теплопровідності, умови однозначності.
 6. Стаціонарна теплопровідність плоскої стінки при граничних умовах першого і третього роду, теплопередача (для одношарової і багатшарової стінки).
 7. Теплопровідність при наявності внутрішніх джерел теплоти.
 8. Нестационарна теплопровідність. Охолодження (нагрівання) пластини.
- Граничні умови третього роду.

9. Чисельні методи розв'язання задач теплопровідності.
10. Регулярний тепловий режим.
11. Розрахунок теплоізоляції.
12. Інтенсифікація теплопередачі.
13. Теплообмін випромінюванням.
14. Основні закони випромінювання.
15. Теплообмін випромінюванням між опуклим тілом і оболонкою.
16. Конвективний теплообмін.
17. Математична модель процесу конвективного теплообміну.
18. Диференціальне рівняння тепловіддачі, енергії, руху, нерозривності, умови однозначності.
19. Умови і критерії подібності при конвективному теплообміні.
20. Турбулентність.
21. Теплообмін при вимушеному ламінарному плинні. Омивання плоскої пластини.
22. Теплообмін при вимушеному турбулентному плинні. Омивання плоскої пластини.
23. Особливості тепловіддачі при великих швидкостях течії газу.
24. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин.
25. Кипіння фреонів на оребрених трубах.
26. Теплообмін при конденсації пари.
27. Конденсація на вертикальній поверхні в нерухомому сухому насиченому парі.
28. Масообмін.
29. Диференціальне рівняння масовіддачі.

Промислова теплоенергетика

1. Основні типи топкових агрегатів.
2. Узагальнене рівняння теплового балансу.
3. Тягодуттєві пристрої.
4. Спалювання палива в котлах.
5. Вимоги до процесу горіння.
6. Спалювання мазуту, мазутні форсунки.
7. Камерні топки для спалювання твердого палива (кульові і пиловугільні печі).
8. Котлоагрегати (паро- та теплогенератори).
9. Тепловий баланс і ККД котлоагрегату.
10. Котли-утилізатори.
11. Парові турбіни.
12. Газові турбіни.
13. Тепломасообмінні та холодильні установки.

14. Класифікація та призначення теплообмінних апаратів.
15. Класифікація за конструктивними ознаками, за видами теплоносіїв, за способом контакту між ними теплообмінних апаратів.
16. Теплогідродинамічні характеристики теплообмінних апаратів.
17. Види розрахунків теплообмінних апаратів.
18. Теплообмінні апарати періодичної і безперервної дії.
19. Конструктивна досконалість; експлуатаційні та економічні показники теплообмінних апаратів.
20. Сушильні установки.
21. Компресорні установки.
22. Теплові насоси.
23. Термотрансформатори.
24. Теплові електричні станції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Теплотехника / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт и др.; Под ред. А. П. Баскакова – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
2. Теория тепломассообмена. Учебник для технических университетов и вузов. Под ред. А. И. Леонтьева, 2 изд. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. – 683 с.
3. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 426 с.
4. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.
5. Кутателадзе С. С. Гидродинамика газожидкостных систем / С. С. Кутателадзе, М. А. Стырикович. – М.: Энергия, 1976. – 296 с.
6. Справочник по теплообменникам: в 2 т. Пер. с англ. под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.
7. Жукаускас А. А. Конвективный перенос в теплообменниках / А. А. Жукаускас. – М.: Наука, 1982. – 472 с.
8. Беляев Н. М. Термодинамика / Н. М. Беляев. – К.: Вища школа, 1987. – 334 с.
9. Кириллин В. А. Техническая термодинамика / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.
10. Техническая термодинамика / В. И. Крутов, С. И. Исаев, И. А. Кожин и др. – М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.
11. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика, 4 изд. / Г. Н. Абрамович. – М.: Наука, 1975. – 888 с.
12. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. Учебник для вузов / Л. Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1987. – 840 с.

13. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1974. – 712 с.
14. Основы практической теории горения / В. В. Померанцев и др. – Л.: Энергия, 1973. – 264 с.
15. Хзмалян Д. М. Теория горения и топочные устройства / Д. М. Хзмалян, Я. А. Каган. – М.: Энергия, 1976. – 487 с.
16. Сидельковский Л. Н. Парогенераторы промышленных предприятий / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев. – М.: Энергия, 1978. – 336 с.
17. Щегляев А. В. Паровые турбины / А. В. Щегляев. – М.: Энергия, 1976. – 368 с.
18. Трухний А. Д. Стационарные паровые турбины / А. Д. Трухний, С. М. Лосев; Под ред. Б. М. Трояновского – М.: Энергоиздат, 1981. – 456 с.
19. Черкасский В. М. Насосы, компрессоры, вентиляторы / В. М. Черкасский, Т. М. Романова, Р. А. Кауль. – М.: Энергия, 1968. – 304 с.
20. Щукин А. А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов / А. А. Щукин. – М.: Энергия, 1973. – 232 с.
21. Ключников А. Д. Теплотехническая оптимизация топливных печей / А. Д. Ключников. – М.: Энергия, 1974. – 343 с.
22. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / А. М. Бакластов. – М.: Энергия, 1970. – 568 с.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

Екзаменаційний білет складається з трьох питань.

Відповідь на кожне питання оцінюється за 200-бальною шкалою:

- 180-200 балів: вступник продемонстрував всебічні, систематизовані та глибокі знання матеріалу, повністю розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;
- 160-179 балів: вступник продемонстрував систематизовані та глибокі знання матеріалу, зазначивши взаємозв'язок основних понять, розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;
- 140-159 балів: вступник продемонстрував повне знання матеріалу, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;
- 120-139 балів: вступник продемонстрував знання основного матеріалу та базових понять, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;
- 100-119 балів: вступник продемонстрував знання основ матеріалу в мінімальному обсязі, недостатньо повно розкривши питання екзаменаційного

білета, при цьому наведена відповідь потребує суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– 1-99 балів: вступник продемонстрував недостатні знання матеріалу, припустивши значну кількість принципових помилок у відповіді на питання екзаменаційного білета.

Відповідь на кожне питання екзаменаційного білета зараховується за умови отримання за неї не нижче 100 балів.

Загальна оцінка визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за кожне питання екзаменаційного білета. Фахова комісія проставляє загальну оцінку за шкалою 100-200 балів або ухвалює рішення про негативну оцінку зі вступного випробування («незадовільно», «не склав»).

БІЛЕТ № 1

1. Основні поняття і визначення термодинаміки.
2. Теплопровідність, диференціальне рівняння теплопровідності, умови однозначності.
3. Основні типи топкових агрегатів.

БІЛЕТ № 2

1. Перший закон термодинаміки як форма законів збереження енергії. Аналітичний вираз Першого закону.
2. Конвективний теплообмін.
3. Парові турбіни.

БІЛЕТ № 3

1. Навколишнє середовище та її вплив на термодинамічну систему.
2. Турбулентність.
3. Класифікація за конструктивними ознаками, за видами теплоносіїв, за способом контакту між ними теплообмінних апаратів.

БІЛЕТ № 4

1. Термодинамічний процес.
2. Математична модель процесу конвективного теплообміну.
3. Конструктивна досконалість; експлуатаційні та економічні показники теплообмінних апаратів.

БІЛЕТ № 5

1. Параметри стану.
2. Стаціонарна теплопровідність плоскої стінки при граничних умовах першого і третього роду, теплопередача (для одношарової і багатшарової стінки).
3. Вимоги до процесу горіння.

БІЛЕТ № 6

1. Теплоємність газів.
2. Основні положення феноменологічного і статистичного методів дослідження фізичних явищ.
3. Види розрахунків теплообмінних апаратів.

БІЛЕТ № 7

1. Вологе повітря. Характеристики стану вологого повітря.
2. Теплопровідність при наявності внутрішніх джерел теплоти.
3. Котлоагрегати (паро- та теплогенератори).

БІЛЕТ № 8

1. Термодинамічна оборотність і необоротність.
2. Основні закони випромінювання.
3. Камерні топки для спалювання твердого палива (кульові і пиловугільні печі).

БІЛЕТ № 9

1. Рівняння стану термодинамічної системи.
2. Нестационарна теплопровідність. Охолодження (нагрівання) пластини.
Граничні умови третього роду.
3. Газові турбіни.

БІЛЕТ № 10

1. Визначення кількості роботи і теплоти через параметри системи.
2. Диференціальне рівняння тепловіддачі, енергії, руху, нерозривності, умови однозначності.
3. Котли-утилізатори.

БІЛЕТ № 11

1. Характеристичні функції.
2. Інтенсифікація теплопередачі.
3. Теплообмінні апарати періодичної і безперервної дії.

БІЛЕТ № 12

1. Другий закон термодинаміки. Формулювання.
2. Теплообмін випромінюванням.
3. Теплові насоси.

БІЛЕТ № 13

1. Рівноважний стан простий термодинамічної системи.
2. Конденсація на вертикальній поверхні в нерухомому сухому насиченому парі.
3. Тепловий баланс і ККД котлоагрегату.

БІЛЕТ № 14

1. Аналітичний вираз Другого закону термодинаміки. Об'єднаний вираз Першого і Другого законів термодинаміки.
2. Кипіння фреонів на оребрених трубах.
3. Термотрансформатори.

БІЛЕТ № 15

1. Рівняння Клайперона-Менделєєва і Ван-дер-Ваальса як приклади рівнянь стану.
2. Розрахунок теплоізоляції.
3. Компресорні установки.

БІЛЕТ № 16

1. Рівняння Клайперона-Клаузіуса.
2. Теплообмін при вимушеному турбулентному плинні. Омивання плоскої пластини.
3. Сушильні установки.

БІЛЕТ № 17

1. Особливості термодинамічних систем з перетвореннями фаз.
2. Теплообмін при вимушеному ламінарному плинні. Омивання плоскої пластини.
3. Тепломасообмінні та холодильні установки.

БІЛЕТ № 18

1. Прямий термодинамічний цикл.
2. Основні положення теорії подібності.
3. Узагальнене рівняння теплового балансу.

БІЛЕТ № 19

1. Зворотний термодинамічний цикл.
2. Чисельні методи розв'язання задач теплопровідності.
3. Тягодуттьові пристрої.

БІЛЕТ № 20

1. Цикл Карно. Теорема Карно.
2. Особливості тепловіддачі при великих швидкостях течії газу.
3. Спалювання палива в котлах.

БІЛЕТ № 21

1. Дроселювання газів і парів.
2. Теплообмін при конденсації пари.
3. Спалювання мазуту, мазутні форсунки.

БІЛЕТ № 22

1. Термодинамічні процеси ідеальних газів в закритих системах.
2. Теплообмін при кипінні однокомпонентних рідин.
3. Класифікація та призначення теплообмінних апаратів.

БІЛЕТ № 23

1. Суміші ідеальних газів. Закон Дальтона.
2. Умови і критерії подібності при конвективному теплообміні.
3. Теплогідродинамічні характеристики теплообмінних апаратів.

БІЛЕТ № 24

1. Процес пароутворення. Основні поняття і визначення.
2. Види переносу і їх механізм.
3. Теплові електричні станції.