

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

"Теоретичні основи теплотехніки"

480 год. / 16 кредитів ЕКТС

(75 год. лекцій, 60 год. лабораторних занять, 30 год. практичних занять)

Навчальний контент

4-й семестр

Модуль 1

Тема 1. Основні поняття і визначення технічної термодинаміки. Рівняння стану ідеальних газів. Суміші газів.

Тема 2. Калоричні параметри стану. Енергетичні характеристики термодинамічного процесу.

Тема 3. Перший закон термодинаміки. Теплоємність.

Тема 4. Аналіз термодинамічних процесів з ідеальним газом.

Тема 5. Другий закон термодинаміки. Ексергія та анергія.

Тема 6. Властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса та його аналіз.

Фазові діаграми.

Тема 7. Водяна пара.

Тема 8. Вологе повітря.

Тема 9. Термодинаміка потоку.

Модуль 2

Тема 1. Робочі процеси у компресорах.

Тема 2. Класифікація циклів. Цикл Карно та його науково-практичне значення.

Тема 3. Цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння.

Тема 4. Цикли газотурбінних установок та реактив-них двигунів.

Тема 5. Основний цикл паросилових установок.

Тема 6. Способи підвищення теплової ефективності паросилових установок.

Тема 7. Цикли атомних електростанцій та парогазових установок. Безмашинне перетворення енергії.

Тема 8. Цикли холодильних установок.

Тема 9. Методи термодинамічного аналізу ефективності перетворення енергії.

5-й семестр

Модуль 3

Тема 1. Предмет теплопередачі. Способи та основні закони перенесення теплоти.

Тема 2. Диференціальне рівняння теплопровідності. Крайові умови.

Тема 3. Стаціонарна теплопровідність при граничних умовах першого роду.

Тема 4. Стаціонарна теплопровідність при граничних умовах третього роду.

Теплова ізоляція.

Тема 5. Інтенсифікація теплопередачі. Передача теплоти через ребристу стінку.

Тема 6. Нестационарна теплопровідність.

Тема 7. Регулярний тепловий режим.

Модуль 4

Тема 1. Основи теорії конвективного теплообміну.

Тема 2. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Крайові умови.

Тема 3. Основи теорії подібності.

Тема 4. Узагальнення дослідних даних на основі теорії подібності.

Тема 5. Конвективний теплообмін у вимушеному по-тоці рідини (омивання пластини та течія в каналах).

Тема 6. Конвективний теплообмін у вимушеному по-тоці рідини (поперечне омивання труби та пучків труб).

Тема 7. Конвективний теплообмін у вільному потоці рідини.

Модуль 5

Тема 1. Теплообмін при конденсації пари.

Тема 2. Теплообмін при кипінні.

Тема 3. Теплообмін випромінюванням.

Тема 4. Теплообмінні апарати.

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

"Теоретичні основи теплотехніки"

480 год. / 16 кредитів ЕКТС

(75 год. лекцій, 60 год. лабораторних занять, 30 год. практичних занять)

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4-й семестр		
Модуль 1		
1	Параметри стану термодинамічної системи. Рівняння стану ідеального газу. Суміші ідеальних газів. Розв'язання задач.	2
2	Теплоємність, внутрішня енергія та ентальпія ідеального газу. Перший закон термодинаміки. Розв'язання задач.	2
3	Аналіз термодинамічних процесів з ідеальним газом. Розв'язання задач.	1
4	Другий закон термодинаміки. Працездатність термодинамічних систем. Ексергія. Розв'язання задач.	1
5	Водяна пара. Розв'язання задач.	1
Модуль 2		
6	Підбір електродвигуна для електромашинних агрегатів. Коефіцієнт корисної дії. Визначення потужності двигуна. Вибір електродвигуна.	1
7	Поршневі компресори. Розв'язання задач.	1
8	Цикл Карно. Розв'язання задач.	1
9	Теоретичні цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Цикли газотурбінних устано-вок. Розв'язання задач.	2
10	Цикли паросилових установок. Розв'язання задач.	2
5-й семестр		
Модуль 3		
11	Теплопровідність при стаціонарному режимі. Розв'язання задач.	2
12	Теплообмін на ребристій поверхні. Розв'язання задач.	2
13	Теплопровідність при нестаціонарному режимі. Розв'язання задач.	2
Модуль 4		

14	Теорія подібності теплових процесів. Узагальнення дослідних даних на основі теорії подібності. Розв'язання задач.	2
15	Тепловіддача при вимушеному русі рідини. Розв'язання задач.	2
16	Тепловіддача при вільній конвекції. Розв'язання задач	2
Модуль 5		
17	Теплообмін при конденсації пари та кипінні. Розв'язання задач.	1
18	Теплообмін випромінюванням. Розв'язання задач.	1
19	Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів. Розв'язання задач.	2
Разом		30

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

"Теоретичні основи теплотехніки"

480 год. / 16 кредитів ЕКТС

(75 год. лекцій, 60 год. лабораторних занять, 30 год. практичних занять)

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4-й семестр		
Модуль 1		
1	Вступне заняття. Техніка безпеки. Ознайомлення з графіком робіт. Вимоги до оформлення звітів з лабораторних робіт.	1
2	Визначення питомої ізобарної теплоємності повітря методом потоку.	3
3	Визначення теплоємностей c_{pm} та c_{vm} реальних газів методом адіабатичного розширення.	4
4	Експериментально-теоретичне дослідження фазових переходів рідина-насичена пара.	3
5	Дослідження процесів підігріву, охолодження і осушення вологого повітря.	4
6	Дослідження процесів адіабатичного витікання повітря через сопло, що звужується.	4
Модуль 2		
7	Дослідження циклу паросилової установки.	5
8	Дослідження циклу парокомпресорної холодильної машини.	5
9	Заключне заняття.	1
5-й семестр		
Модуль 3		
10	Вступне заняття. Техніка безпеки. Ознайомлення з графіком робіт. Вимоги до оформлення звітів з лабораторних робіт.	1
11	Визначення коефіцієнта теплопровідності твердих тіл методом плоского шару.	4
12	Визначення коефіцієнтів температуропровідності, теплопровідності та тепловіддачі методом регулярного режиму.	4
Модуль 4		
13	Вивчення тепловіддачі вертикальної пластини до вільного потоку повітря.	4
14	Вивчення тепловіддачі вертикального циліндра до вільного потоку повітря.	4

15	Вивчення тепловіддачі горизонтального циліндра до вільного потоку повітря.	4
Модуль 5		
16	Дослідження процесу теплопередачі від водяної пари, що конденсується, до охолодної води.	4
17	Визначення інтегрального ступеня чорноти твердого тіла калориметричним методом.	4
18	Заклучне заняття	1
Разом		60

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

"Теоретичні основи теплотехніки"

480 год. / 16 кредитів ЕКТС

(75 год. лекцій, 60 год. лабораторних занять, 30 год. практичних занять)

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4-й семестр		
Модуль 1		
1	Рівняння стану ідеальних газів. Дослідження ідеально-газової суміші	4
2	Калоричні параметри стану. Енергетичні характеристики термодинамічного процесу	4
3	Перший закон термодинаміки. Теплоємність	4
4	Аналіз термодинамічних процесів з ідеальним газом	4
5	Другий закон термодинаміки. Ексергія та анергія	4
6	Властивості реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса та його аналіз. Фазові діаграми	4
7	Водяна пара. Вологе повітря	4
8	Термодинаміка потоку	4
Модуль 2		
9	Робочі процеси у компресорах	4
10	Класифікація циклів. Цикл Карно та його науково-практичне значення	4
11	Цикли поршневих двигунів внутрішнього згоряння	4
12	Цикли газотурбінних установок та реактивних двигунів	4
13	Основний цикл паросилових установок. Способи підвищення теплової ефективності паросилових установок	4
14	Цикли атомних електростанцій та парогазових установок. Безмашинне перетворення енергії	4
15	Цикли холодильних установок	4
16	Методи термодинамічного аналізу ефективності перетворення енергії	4
5-й семестр		
Модуль 3		
17	Способи та основні закони перенесення теплоти. Диференціальне рівняння теплопровідності. Крайові умови	4

18	Стационарна теплопровідність при граничних умовах першого та третього роду. Теплова ізоляція. Інтенсифікація теплопередачі. Нестационарна теплопровідність	4
19	Визначення коефіцієнтів температуропровідності, теплопровідності та тепловіддачі методом регулярного режиму.	4
Модуль 4		
20	Основи теорії конвективного теплообміну. Диференціальні рівняння конвективного теплообміну. Крайові умови. Основи теорії подібності. Узагальнення дослідних даних на основі теорії подібності	4
21	Конвективний теплообмін у вимушеному потоці рідини. Конвективний теплообмін у вільному потоці рідини	4
Модуль 5		
22	Теплообмін при конденсації пари. Теплообмін при кипінні	4
23	Теплообмін випромінюванням. Теплообмінні апарати	4
Разом		92

Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне машинобудування"

"Теоретичні основи теплотехніки"

480 год. / 16 кредитів ЕКТС

(75 год. лекцій, 60 год. лабораторних занять, 30 год. практичних занять)

Завдання для поточного та підсумкового контролю

4-й семестр

1. Які існують основні параметри стану робочого тіла та рівняння стану ідеальних газів?
2. Що таке термодинамічний процес: рівноважний, нерівноважний, оборотний?
3. Що таке робота процесу, теплота процесу? Їх графічне відображення на діаграмах.
4. Які існують формулювання та диференціальні рівняння першого та другого законів термодинаміки?
5. Які існують принципи класифікації теплоємностей ідеальних газів?
6. Які існують відмінності у властивостей ідеальних та реальних газів? Дати приклади рівнянь стану реальних газів.
7. Яке значення має в термодинаміці цикл Карно?
8. p - v , T - s , h - s діаграми стану водяної пари.
9. Які існують особливості розрахунків процесів з водяною парою?
10. Вологе повітря, основні параметри стану. Як визначити відносну вологість за допомогою аспіраційного психрометра?
11. Що таке політропний процес? Дати узагальнюючу p - v і T - s діаграми політропних процесів.
12. Що таке ізопроцеси? Дати їх загальну характеристику.
13. Яка існує методика розрахунку одноступінчастого та багатоступінчастого компресора?
14. Методика розрахунку циклів теплових двигунів.
15. Дати приклад розрахунку циклу ДВЗ.
16. Які існують методи зрівняння ефективності циклів теплових двигунів?
17. Дати приклад розрахунку циклу ГТУ.
18. В чому суть ускладнення циклів реальних ГТУ?
19. В чому є особливості роботи реактивних і ракетних двигунів?
20. Які існують цикли паросилових установок? Дати їх характеристику.
21. Як впливають необоротності на ефективність циклу Ренкіна?
22. Як виконується регенерація теплоти в паросилових установках?
23. В чому є особливість теплофікаційних циклів?
24. Бінарні цикли. В чому їх термодинамічні переваги.
25. Що таке дроселювання реальних газів? Вивід рівняння диференціального дросель-ефекту.

26. Ідеальна холодильна установка за циклом Карно.
27. Повітряна холодильна установка.
28. Парокомпресорна холодильна установка.
29. Абсорбційна холодильна установка.
30. Тепловий насос. Що це таке?
31. Складні термодинамічні цикли з МГД-генератором.
32. Особливості роботи АЕУ.

5-й семестр

1. Які існують способи переносу теплоти? Яка їх природа?
2. Що таке температурне поле та градієнт температури?
3. Як визначається тепловий потік при теплопровідності, конвективній тепловіддачі і тепловому випромінюванні?
4. Що характеризує коефіцієнт теплопровідності? Які значення має коефіцієнт теплопровідності для газів, металів та рідин?
5. Що таке коефіцієнт тепловіддачі? Яке значення має коефіцієнт тепловіддачі для різних випадків теплообміну?
6. Які загальні закони природи виражають основні диференціальні рівняння теплообміну: енергії, руху та суцільності?
7. Що таке умови однозначності (крайові умови)?
8. В чому полягають основні положення теорії подібності теплових явищ?
9. Якими числами подібності характеризується конвективний теплообмін? У чому сутність методу отримання чисел подібності?
10. Що таке рівняння подібності?
11. Як формулюються три теореми подібності? Що таке визначальні температура та розмір?
12. Які методи експериментального визначення коефіцієнтів тепловіддачі існують?
13. Який вигляд має диференціальне рівняння теплопровідності? Які граничні умови розрізняють для задач теплопровідності? Що характеризує коефіцієнт температуропровідності?
14. Від яких величин залежить тепловий потік, який передається теплопровідністю через плоску стінку? За яким законом змінюється температура одношарової стінки?
15. Як визначається температура між шарами багатошарової стінки? Що таке еквівалентний коефіцієнт теплопровідності?
16. Від яких величин залежить теплопровідність одношарової циліндричної стінки? Що таке лінійна густина теплового потоку?
17. Який вигляд має рівняння теплопередачі через плоску і циліндричну стінки?
18. Що таке коефіцієнт теплопередачі і як він визначається для плоскої і циліндричної стінок?
19. Що називають загальним термічним опором і з яких величин він складається?
20. Що таке критичний діаметр теплової ізоляції і як він визначається?

21. Які критерії визначають подібність температурних полів при нестационарній теплопровідності? Який вигляд має безрозмірне рівняння для температурного поля?
22. Чим характеризується регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл? Що таке темп регулярного режиму і від яких величин він залежить? Яке практичне застосування теорії регулярного режиму?
23. В яких випадках застосовують оребрені стінки? Як визначається тепловий потік через оребрену стінку? З якого боку виконують її оребрення?
24. Що таке конвективний теплообмін? Які фактори впливають на коефіцієнт тепловіддачі?
25. Що таке динамічний і тепловий примежові шари? Які режими руху рідини можливі в примежовому шарі?
26. Які числа подібності характеризують тепловіддачу при примусовому омиванні плоскої стінки? Який їх фізичний смисл? Як урахується напрям теплового потоку?
27. Які режими характерні для теплообміну при примусовій течії рідини в каналах? Як урахується вплив на примусову течію вільної конвенції?
28. Які особливості гідродинаміки і теплообміну спостерігаються при поперечному омиванні одинокої труби і пучків труб? Як змінюється коефіцієнт тепловіддачі уздовж периметра труби?
29. Який характер має омивання вертикальної поверхні вільним потоком рідини? Які фактори впливають на інтенсивність тепловіддачі?
30. При яких умовах виникає процес конденсації? Які її види? Які фактори впливають на теплообмін при конденсації?
31. Поясніть умови виникнення процесу кипіння та його механізм. Як залежить коефіцієнт тепловіддачі при кипінні від температурного напору? Що таке кризис кипіння?
32. Яка природа енергії випромінювання? Що таке коефіцієнти поглинання, відбиття та пропускання?
33. Що таке монохроматичний та інтегральний потоки випромінювання, результативне та ефективне випромінювання?
34. У чому сутність закону Планка? Як розподіляється поверхнева густина монохроматичного випромінювання від довжини хвилі і температури?
35. Який вигляд має рівняння закону Стефана – Больцмана для абсолютного чорного і сірого тіл? В чому фізичний смисл ступеня чорноти тіл?
36. У чому полягає фізичний смисл кутових коефіцієнтів та їх властивостей (взаємності, замикаємості)?
37. Який вигляд має рівняння для теплового потоку випромінювання між двома сірими тілами у замкненому просторі?
38. Що таке теплообмінний апарат? Як можна класифікувати теплообмінні апарати?
39. Який вигляд мають рівняння теплового балансу і теплопередачі для рекуперативного теплообмінника? Що називають витратною теплоємністю (водяним еквівалентом)?

40. Який вигляд мають графіки температур теплоносіїв у теплообмінниках з прямотечею та протитечею? За якою формулою визначається середня логарифмічна різниця температур?