

Національна академія наук України

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник директора
з наукової роботи



2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Термодинаміка енергетичних систем

(назва навчальної дисципліни)

спеціальність 144 Теплоенергетика

спеціалізація Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту 18 жовтня 2018 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)
Зіпунніков Микола Миколайович, к.т.н., с.н.с.

Програму схвалено на засіданні відділу моделювання та ідентифікації теплових процесів

Протокол № 2 від 07.09.2018 р.

Завідувач відділу моделювання
та ідентифікації теплових процесів



(підпис)

Мацевитий Ю. М.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-технічною проблемною радою «Енергомашинобудування.
Теплова та відновлювана енергетика. Екологія»

Протокол № 13–2018 від 13.09.2018 р.

Голова НТПР



(підпис)

Русанов А. В.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Термодинаміка енергетичних систем” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 Теплоенергетика (спеціалізація «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика»).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння концептуально-методологічної бази виконання термодинамічного аналізу процесів енергоперетворення в енергетичних установках та оцінки ефективності трансформації теплоти в ідеальних та реальних термодинамічних циклах.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є практична реалізація можливостей термодинамічних процесів за допомогою розрахунково-теоретичного апарату, який ґрунтується на основних постулатах термодинаміки.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни.

Нормативна	
Вид підсумкового контролю: <i>екзамен</i>	
Рік підготовки	1-й
Семестр	2-й
Лекції	30 год.
Практичні, семінарські заняття	_ год.
Лабораторні заняття	_ год.
Самостійна робота	60 год.

1.6. Заплановані результати навчання

Після вивчення курсу студенти повинні:

Знати: основні положення термодинамічного аналізу процесів енергоперетворення в енергетичних установках та оцінки ефективності трансформації теплоти в ідеальних та реальних термодинамічних циклах.

Вміти: реалізовувати можливості термодинамічних процесів за допомогою розрахунково-теоретичного апарату, який ґрунтується на основних постулатах термодинаміки.

Розуміти: основні закони і принципи термодинаміки при аналізуванні основних процесів енергоперетворення в енергетичних установках.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Основні поняття термодинаміки енергетичних систем.

Тема 1. Основні поняття та визначення

Термодинамічна система. Термодинамічний процес. Робоче тіло. Ентропія. Ентальпія. Ексергія. Гази ідеальні та реальні. Параметри стану. Закони ідеальних газів. Рівняння стану ідеального газу.

Тема 2. Суміші ідеальних газів

Парціальний тиск, об'єм компонентів та уявна молекулярна маса суміші газів. Теплоємність газів.

Розділ 2. Перший закон термодинаміки.

Тема 1. Рівняння першого закону термодинаміки.

Перший закон термодинаміки. Калоричні параметри. Енергетичні характеристики процесу.

Тема 2. Термодинамічні процеси ідеального газу

Ізобарний, ізохорний, ізотермічний, адіабатний та політропний процеси ідеальних газів. Визначення показника політропи.

Тема 3. Перший закон термодинаміки для потоку газу

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку газу. Стиснення газів. Робота стиску у компресорі. Потужність компресора. Багатоступеневе стиснення.

Розділ 3. Другий закон термодинаміки.

Тема 1. Термодинамічні цикли та їх характеристики.

Термодинамічний ККД і холодильний коефіцієнт. Цикл Карно. Теплові характеристики термодинамічних процесів.

Тема 2. Ентропія та ексергія

Математичне формулювання другого закону термодинаміки. Ентропія та термодинамічна вірогідність. Максимальна робота. Ексергія.

Тема 3. Диференційні рівняння термодинаміки

Диференційні рівняння термодинаміки. Рівновага термодинамічних систем.

Розділ 4. Термодинамічні цикли енергетичних установок

Тема 1. Термодинамічні цикли двигунів внутрішнього згоряння та газотурбінних установок

Цикли двигунів внутрішнього згоряння з підведенням теплоти при постійному об'ємі, тиску та зі змішаним циклом. Цикли газотурбінних установок з підведенням теплоти при постійному тиску. Цикли газотурбінних установок з підведенням теплоти при постійному об'ємі.

Тема 2. Реальні гази та водяна пара

Реальні гази. Водяна пара. Цикли паросилових установок. Паросиловий цикл з регенеративними нагрівачами.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви	Кількість годин					
	усього					
		лекції	практ.	лаб.	сем.	с.р.
1	2	3	4	5	7	
Розділ 1. Основні поняття термодинаміки енергетичних систем						
Тема 1. Основні поняття та визначення	9	2				7
Тема 2. Суміші ідеальних газів	11	2				9
Разом за розділом 1	20	4				16
Розділ 2. Перший закон термодинаміки						
Тема 1. Рівняння першого закону термодинаміки	8	4				4
Тема 2. Термодинамічні процеси ідеального газу	8	4				4
Тема 3. Перший закон термодинаміки для потоку газу	10	4				6
Разом за розділом 2	26	12				14
Розділ 3. Другий закон термодинаміки						
Тема 1. Термодинамічні цикли та їх характеристики	7	2				5
Тема 2. Ентропія та ексергія	13	2				11
Тема 3. Диференційні рівняння термодинаміки	7	2				5
Разом за розділом 3	27	6				21
Розділ 4. Термодинамічні цикли енергетичних установок						
Тема 1. Термодинамічні цикли двигунів внутрішнього згоряння та газотурбінних установок	8	4				4
Тема 2. Реальні гази та водяна пара	9	4				5
Разом за розділом 4	17	8				9
Усього годин	90	30				60

4. Індивідуальні завдання

5. Завдання для самостійної та індивідуальної роботи

№ з/п	Зміст роботи	Кількість годин
1	Термодинамічні параметри	6
2	Дослідження політропних процесів	8
3	Внутрішня енергія системи	4
4	Ентропія	6
5	Ентропія адиабатних процесів	10
6	Хімічні потенціали	6
7	Цикли реактивних двигунів	10
8	Основні термодинамічні процеси водяного пару	10
	Разом	60

5. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань, що отримані здобувачем вищої освіти ступеня доктора філософії здійснюється методом усного опитування. На індивідуальних заняттях оцінюється здатність здобувача вищої освіти приймати участь у науковій дискусії. Підсумкова семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену.

6. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання										Підсумкова семестрова атестація	Сума		
Розділ 1		Розділ 2			Розділ 3			Розділ 4		Індивідуальні завдання	Разом		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		60	40	100
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				

T1, T2 ... – теми розділів.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
90 – 100	відмінно
70–89	добре
50–69	задовільно
1–49	незадовільно

7. Рекомендована література

1. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991. - 375 с.
2. Кубо, Р. Термодинамика. – М.: Мир, 1970. – 304 с.
3. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка: Підручн. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів – К.Техніка. – 2001. – 320 с.
4. Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике. – М.: Машиностроение, 1973. – 243 с.
5. Соловей В.В., Шмалько Ю.Ф. Термодинамика энергетических систем. Методические указания для самостоятельной работы студентов. – Х.: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2008. – 40 с.

Допоміжна література

6. Румер Ю.Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 2001. – 608 с.
7. Криловський В.С. Техніка низьких температур. Х.: Вид-во ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. –98 с.
8. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Техническая термодинамика. Учеб. пособие для втузов. М: Высш. школа, 2000.- 261 с.

8. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://www.twirpx.com>
2. Бібліотека ІТМаш НАН України.