

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Г. О. Горбенко
(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика».

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

«Енергетичний менеджмент»

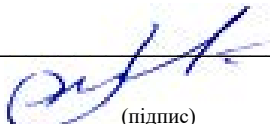
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Михайленко Т.П., доцент кафедри аерокосмічної
теплотехніки (205), к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)

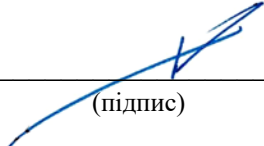

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри:

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(наукова ступінь
та вчене звання)


(підпис)

П.Г. Гакал
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	
Кількість кредитів – 9,5	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> Спеціальність <u>144 «Теплоенергетика»</u> Освітні програми: «Енергетичний менеджмент» Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	За вибором навчального закладу	
Кількість модулів – 4		Навчальний рік:	
Кількість змістових модулів – 4		2023/2024	
Індивідуальне завдання: 1 РГР «Теплогідравлічний розрахунок маслоохолоджувача» 1 КП «Проектування теплообмінного апарата заданого типу»		Семестр	
Загальна кількість годин – 124*/285		7-й	8-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,4 самостійної роботи студента – 5,7		Лекції*	
		32 годин	24 годин
		Практичні, семінарські*	
		32 годин	36 годин
		Лабораторні*	
		0 годин	0 годин
		Самостійна робота	
		56 годин	105 годин
		Вид контролю:	
Мод. контр, Залік		Мод. контр, Іспит/Диф. залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання $124 / 161 = 0,77$

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надбання студентами знань щодо типів, конструкції, особливостей робочого процесу теплообмінних апаратів (ТОА), та методик розрахунків (тепло гідравлічного та на міцність) необхідних при їх проектуванні.

Завдання. формування навичок щодо проектування теплообмінних апаратів для певних умов експлуатації, використання адекватної методології їх проектування та оцінки ефективності.

Компетентності, які набуваються:

- ЗК1 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК2 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3 – Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК4 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації: з різних джерел.
- ЗК6 – Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК7 – Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК8 – Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ФК1 – Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
- ФК2 – Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін.
- ФК3 – Здатність продемонструвати практичні інженерні навички при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.
- ФК4 – Здатність продемонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних в теплоенергетичній галузі.
- ФК5 – Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.
- ФК6 – Здатність досліджувати та визначити проблему і ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.
- ФК7 – Здатність продемонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту в теплоенергетичній галузі.
- ФК8 – Здатність продемонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів.
- ФК9 – Здатність демонструвати розуміння питань використання технічної: літератури та інших джерел інформації в теплоенергетичній галузі.
- ФК10 – Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію теплоенергетичного обладнання.
- ФК11 – Здатність продемонструвати розуміння необхідності дотримання професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК12 – Здатність демонструвати розуміння проблем якості в теплоенергетичній галузі.

ФК13 – Здатність продемонструвати знання характеристик і властивостей матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетичній галузі.

ФК14 – Здатність продемонструвати обізнаність з питань інтелектуальної власності та контрактів в теплоенергетичній галузі.

Очікувані результати навчання:

ПРН1 – Демонструвати знання і розуміння фізики, хімії, математики, газодинаміки, тепло - та масообміну, технічної термодинаміки, міцності, трансформації (перетворення) енергії, що лежать в основі дисципліни «Теплообмінні апарати», на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН2 – Демонструвати знання і розуміння дисципліни «Теплообмінні апарати», що лежить в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації.

ПРН3 – Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН4 – Розуміти складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН5 – Здатність виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання відповідно до спеціальності «Теплоенергетика»; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН6 – Здатність розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановленим вимогам.

ПРН7 – Здатність використовувати певне розуміння передових досягнень при проектуванні теплообмінних апаратів.

ПРН8 – Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в технічній літературі, використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань з приводу проектування теплообмінних апаратів.

ПРН12 – Розуміння застосовуваних методик проектування теплообмінних апаратів а також їх обмежень.

ПРН13 – Практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів теплообмінних апаратів.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – вища математика, фізика, хімія.

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – технічна термодинаміка, тепломасообмін, гідрогазодинаміка, механіка матеріалів та конструкцій.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль № 1 «Класифікація, вимоги, ефективність та теплоносії теплообмінних апаратів»

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теплообмінні апарати».

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Теплообмінні апарати». Основні історичні етапи розвитку теплообмінних апаратів.

ТЕМА 2. Класифікація теплообмінних апаратів.

Розділення теплообмінних апаратів за призначенням, застосуванню, за способом передачі теплоти, по роду теплоносіїв.

ТЕМА 3. Вимоги до теплообмінних апаратів.

Основні вимоги, що пред'являються до теплообмінних апаратів які необхідно враховувати при виборі типу, розрахунку і конструктивній розробці теплообмінної апаратури.

ТЕМА 4. Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів.

Параметри ТОА. Параметри ефективності використання теплоти. Енергетичні показники. Комбіновані і економічні показники. Критерій Кирпичева, Глазера.

ТЕМА 5. Теплоносії теплообмінних апаратів.

Теплофізичні і хімічні властивості теплоносіїв. Корозія. Вимоги, що пред'являються до теплоносіїв.

Змістовний модуль № 2 «Розрахунок теплообмінних апаратів»

ТЕМА 6. Основи теплогідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів.

Конструкторський і перевірочний розрахунок теплообмінних апаратів. Рівняння теплового балансу. Водяний еквівалент. Рівняння теплопередачі.

ТЕМА 7. Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів.

Визначення середньологарифмічного температурного натиску. Визначення температур робочих тіл. Схеми руху теплоносіїв.

ТЕМА 8. Методи інтенсифікації теплообміну.

Чинники, що впливають на теплообмін. Шляхи інтенсифікації теплообміну.

ТЕМА 9. Порівняння теплообмінних апаратів.

Порівняння схем руху теплоносіїв. Функції Π і Z .

ТЕМА 10. Оптимізація теплообмінних апаратів.

Розрахунок оптимальних швидкостей руху робочих середовищ.

ТЕМА 11. Алгоритми конструкторського та перевірочного теплогідравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників.

Алгоритми конструкторського та перевірочного теплового розрахунку теплообмінного апарата. Алгоритм гідравлічного розрахунку теплообмінного апарата. Розрахунок потужності допоміжного обладнання для pompування теплоносіїв.

ТЕМА 12. Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.

Види розрахунку на міцність і розрахункові співвідношення. Алгоритми розрахунку на міцність, стійкість, вібрацію. Розрахунок жорсткості, термічної напруги

і деформацій. Розрахунок судин і апаратів, що працюють під тиском. Розрахунок на міцність елементів конструкцій: трубні грати, днище, фланцеве з'єднання.

МОДУЛЬ 2

Індивідуальні завдання: Розрахунково-графічна робота «Теплогідравлічний розрахунок маслоохолоджувача»

МОДУЛЬ 3

Змістовний модуль № 3 «Проектування теплообмінних апаратів»

ТЕМА 13. Основні стадії проектування теплообмінних апаратів.

Технічне завдання. Технічна пропозиція. Ескізне проектування. Технічний проект. Розробка робочої і експлуатаційної документації.

ТЕМА 14. Теплообмінні апарати рекуперативного типу.

Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів (кожухотрубні, трубчасто-ребристі, пластинчасті, спіральні). Особливості конструкції і застосування.

ТЕМА 15. Теплообмінні апарати регенеративного типу.

Тепловий розрахунок регенеративних теплообмінних апаратів. Особливості конструкції і застосування.

ТЕМА 16. Теплообмінні апарати змішувального типу.

Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів змішувачів і барботажних. Особливості конструкції і застосування.

Змістовний модуль № 4 «Теплообмінні апарати теплоенергетичних установок»

ТЕМА 17. Теплообмінні апарати на теплових трубах.

Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів на теплових трубах. Особливості конструкції і застосування.

ТЕМА 18. Теплообмінні апарати з фазовим переходом теплоносіїв.

Тепловий розрахунок випарників, конденсаторів, акумуляторів холоду. Особливості конструкції і застосування.

ТЕМА 19. Теплообмінні апарати систем кондиціювання повітря.

Класифікація систем кондиціювання. Основні властивості вологого повітря. Застосування I-d діаграми для розрахунку систем кондиціювання. Тепловологісний баланс приміщення. Процеси охолодження повітря з осушенням в різних теплообмінних апаратах. Алгоритм розрахунку продуктивності осушувача.

ТЕМА 20. Теплообмінні апарати енергетичних установок.

Конденсатори парових турбін. Теплообмінні апарати газотурбінної установки. Регенератори газотурбінної установки. Алгоритм конструкторського та теплогідравлічного розрахунків пластинчастого регенератора ГТУ.

МОДУЛЬ 4

Індивідуальні завдання: Курсовий проект «Проектування теплообмінного апарата заданого типу».

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1 (Семестр 7)					
Змістовий модуль 1. Класифікація, вимоги, ефективність та теплоносії теплообмінних апаратів					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теплообмінні апарати».	1	1	-	-	-
Тема 2. Класифікація теплообмінних апаратів	5	1	-	-	4
Тема 3. Вимоги до теплообмінних апаратів.	6	2	-	-	4
Тема 4. Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів.	10	2	4	-	4
Тема 5. Теплоносії теплообмінних апаратів.	10	2	4	-	4
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 1	34	10	8	0	16
Змістовий модуль 2. Розрахунок теплообмінних апаратів					
Тема 6. Основи теплогідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів	10	2	4	-	4
Тема 7. Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів.	12	4	4	-	4
Тема 8. Методи інтенсифікації теплообміну.	8	2	2	-	4
Тема 9. Порівняння теплообмінних апаратів.	8	2	2	-	4
Тема 10. Оптимізація теплообмінних апаратів.	8	2	2	-	4
Тема 11. Алгоритми конструкторського та перевірконого теплогідравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників.	12	4	4	-	4
Тема 12. Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.	14	4	6	-	4
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 2	74	22	24	0	28
МОДУЛЬ 2					
Індивідуальне завдання: РГР	12			-	12
За семестр	120	32	32	0	56

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 3 (Семестр 8)					
Змістовий модуль 3. Проектування теплообмінних апаратів					
Тема 13. Основні стадії проектування теплообмінних апаратів.	8	2	-	-	6
Тема 14. Теплообмінні апарати рекуперативного типу.	36	6	16	-	14
Тема 15. Теплообмінні апарати регенеративного типу.	8	2	-	-	6
Тема 16. Теплообмінні апарати змішувального типу.	8	2	-	-	6
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 3	62	14	16	0	32
Змістовий модуль 4. Теплообмінні апарати теплоенергетичних установок					
Тема 17. Теплообмінні апарати на теплових трубах.	8	2	-	-	6
Тема 18. Теплообмінні апарати з фазовим переходом теплоносіїв.	29	6	6	-	17
Тема 19. Теплообмінні апарати систем кондиціювання повітря.	8	2	-	-	6
Тема 20. Теплообмінні апарати енергетичних установок.	8	2	-	-	6
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовим модулем 4	55	14	6	0	35
МОДУЛЬ 4					
Індивідуальне завдання: КП	60		24	-	36
За семестр	165	24	36	0	105
Усього годин	285	56	68	0	161

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачені

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів.	4
2	Теплоносії теплообмінних апаратів.	4
3	Основи теплогідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів	4
4	Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів.	4
5	Методи інтенсифікації теплообміну.	2
6	Порівняння теплообмінних апаратів.	2
7	Оптимізація теплообмінних апаратів.	2
8	Алгоритми конструкторського та перевірконого теплогідравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників.	4
9	Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.	6
10	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів рекуперативного типу.	6
11	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів з фазовим переходом теплоносіїв.	2
12	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів систем кондиціонування повітря.	2
13	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів енергетичних установок.	2
14	Індивідуальне завдання: КП	24
	Разом	68

7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачені

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Зарубіжна класифікація теплообмінних апаратів та термінологія.	4
2	Вимоги до теплообмінних апаратів. Оцінки ризиків при експлуатації теплообмінних апаратів.	4
3	Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів.	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4	Теплоносії теплообмінних апаратів. Проблемами охорони природи, здоров'я та безпеки.	4
5	Методики теплогідрравлічних розрахунків теплообмінних апаратів, наведені в англomовній літературі.	4
6	Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів.	4
7	Методи інтенсифікації теплообміну.	4
8	Порівняння схем руху теплоносіїв.	4
9	Розрахунок оптимальних швидкостей руху робочих середовищ.	4
10	Алгоритми конструкторського та перевірного теплогідрравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників.	4
11	Розрахунки на міцність елементів теплообмінних апаратів.	4
12	Основні стадії проектування теплообмінних апаратів.	6
13	Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів	17
14	Тепловий розрахунок регенеративних теплообмінних апаратів.	6
15	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів змішувального і барботажного типів.	6
16	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів на теплових трубах.	8
17	Тепловий розрахунок випарників, конденсаторів, акумуляторів холоду.	8
18	Теплообмінні апарати систем кондиціонування повітря.	8
19	Теплообмінні апарати газотурбінної установки.	10
20	Виконання розрахункової роботи та курсового проекту на затверджену на кафедрі тематику	48
	Разом	161

9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота «Теплогідравлічний розрахунок маслоохолоджувача».

Курсовий проект «Проектування теплообмінного апарата заданого типу».

10. Методи навчання

Лекційні заняття будуть проводитись методом розповідь-бесіда, з застосуванням електронних засобів навчання та роздачею додаткового друкованого допоміжного матеріалу. Лабораторні заняття будуть проводитись шляхом проведення студентами досліджень згідно вивчаємої теми у лабораторії кафедри.

11. Методи контролю

На заняттях – опитування, розв’язання задач. По закінченні модуля – модульний контроль (поточний зріз). Модульний контроль включає:

7 семестр, модуль 1: одне теоретичне питання та одна розрахункова задача

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 15 балів;
- b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 12 балів (теоретичне питання повністю розкрито, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 8 балів (теоретичне питання повністю розкрито, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 7 балів, якщо теоретичне питання повністю розкрито але зовсім відсутні розрахунки;
- e) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-6 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;
- f) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

7 семестр, модуль 2: два теоретичних питання та одна розрахункова задача.

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 30 балів;
- b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 26 балів (теоретичні питання повністю розкриті, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 18 балів (теоретичні питання повністю розкриті, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 15 балів, якщо теоретичні питання повністю розкриті але зовсім відсутні розрахунки;
- e) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-14 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;
- f) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

8 семестр, модуль 3: два теоретичних питання та одна розрахункова задача.

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 30 балів;
- b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 26 балів (теоретичні питання повністю розкриті, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 20 балів (теоретичні питання повністю розкриті, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 15 балів, якщо теоретичні питання повністю розкриті але зовсім відсутні розрахунки;

е) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-14 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;

ф) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

8 семестр, модуль 4: одне теоретичне питання та одна розрахункова задача
Критерії оцінювання поточного зрізу:

а) Повністю вирішене завдання оцінюється в 30 балів;

б) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 26 бали (теоретичні питання повністю розкриті, незначні помилки в арифметичних розрахунках);

с) Часткове виконане завдання оцінюється в 20 балів (теоретичні питання повністю розкриті, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);

д) Часткове виконане завдання оцінюється в 15 балів, якщо теоретичні питання повністю розкриті але зовсім відсутні розрахунки;

е) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-14 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;

ф) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Формою підсумкового контролю є іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,75	4	0...3
Активність при виконанні практичних робіт	0...0,75	4	0...3
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовий модуль 2			
Робота на лекціях	0...1,2	10	0...12
Активність при виконанні практичних робіт	0...1	12	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Виконання і захист РР	0...25	1	0...25
Усього за семестр			0...100

8 семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне завдання (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 3			
Робота на лекціях	0...2	6	0...12
Активність при виконанні практичних робіт	0...4	3	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Змістовий модуль 4			
Робота на лекціях	0...2	4	0...8
Активність при виконанні практичних робіт	0...2,6	3	0...8
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0...100

За розрахункову роботу студент в залежності від якості виконання роботи та відповідей на запитання у усній формі отримує наступні оцінки:

- «задовільно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання, які відносяться до роботи з помилками, але логіка відповідей правильна – 15 балів.
- «добре» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання з незначними помилками – 20 балів.
- «відмінно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання – 25 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту.

У 7-му семестрі допуском до іспиту є здача розрахункової роботи.

Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних, у відповідності до модуля, та одного практичного завдань. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є 60, за практичні – 40 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.

Студент повинен знати класифікацію теплообмінних апаратів, вимоги до теплообмінних апаратів різного призначення, методику та особливості тепогідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки.

Студент повинен вміти провести тепогідравлічний розрахунок та розрахунок на міцність ТОА; оцінити ефективність ТОА; порівняти ТОА різних типів в

конкретних умовах їх застосування і вибрати найбільш ефективний ТОА для конкретних умов; розуміти методи підвищення ефективності ТОА.

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь по предмету. Виконати та захистити розрахункову роботу / курсовий проект.

Добре (75 - 89). Твердо знати матеріал курсу, виконати усі завдання. Виконати та захистити розрахункову роботу / курсовий проект..

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал курсу. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Знати особливості конструкції різних видів теплообмінних апаратів, розуміти їх переваги та можливість застосування у конкретних умовах, вміти самостійно і на високому рівні виконувати їх тепло гідрравлічні розрахунки. Виконати та захистити розрахункову роботу.

За курсовий проект студент в залежності від якості виконання роботи та відповідей на запитання у усній формі отримує наступні оцінки з диф. заліку:

- «задовільно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання, які відносяться до роботи з помилками, але логіка відповідей правильна – 60 – 74 бали.
- «добре» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання з незначними помилками – 75 – 89 бали.
- «відмінно» - робота виконана та оформлена, студент відповідає на питання - 90 – 100 балів.

В цілому розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 30	до 20	до 50	100

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.
2. Учебний посібник з лабораторного практикуму.
3. Перелік задач для практичних занять та самостійної роботи.

14. Рекомендована література

Базова

1. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. — 495 с.
2. Врагов А.П. Теплообмінні процеси та обладнання хімічних та нафтопереробних виробництв. - Суми: Вид-во СумДУ, 2005.
3. Теплотехнологічні процеси та установки на залізничному транспорті [Текст]: навчальний посібник / Є. В. Христян, І. В. Титаренко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2015. — 269 с.
4. Процеси та апарати природоохоронних технологій : підручник : у 2 т. / Л. Д. Пляцук, Р. А. Васькін, В. П. Шапоров та ін. — Суми : Сумський державний університет, 2017. — Т. 2. — 521 с.

Допоміжна

1. Григорьев В.А. Краткий справочник по теплообменным аппаратам [Текст] / В.А. Григорьев, Т.А. Колач — М.: Книга по требованию, 2014 — 262 с.
2. Сахин В.В. Теплообменные аппараты: учеб. пособие [Текст] / В.В. Сахин — СПб.: Балт. гос. техн. ун-т., 2010 — 131 с.
3. Бродов М.Ю. Теплообменники энергетических установок [Текст] / М.Ю. Бродов — Екатеринбург: Сократ, 2003 — 965 с.
4. Бобылев В.Н. Подбор и расчет трубчатых теплообменников. Учеб.-метод пособие [Текст] / В.Н. Бобылев — МС.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003 — 80 с.
5. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС. Учеб. пособие для ВУЗов [Текст] / Ю.Г. Назмеев, В.М. Лавыгин — М.: Энергоатомиздат, 1998 — 288 с.
6. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике (под ред. В.К. Кошкина) М.Ю. Машиностроение, 1975
7. А.А. Фраас, М. Оцисик «Расчет и конструирование теплообменников», М., Атомиздат, 1971.
8. Коваленко П.М., Глушков А.Ф. «Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи», - М., Энергоатомиздат, 1986.
9. Андреев В.А. «Теплообменные аппараты для вязких жидкостей», Энергия, Л., 1971.
10. Справочник по теплообменникам: в 2-х т./пер. с англ. Под ред. Мартыненко О.Г. и др. — М., Энергоиздат, 1987.
11. Андреев П.А. и др. «Теплообменные аппараты ядерных энергетических установок», Судостроение, Л., 1965
12. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. «Интенсификация теплообмена в каналах» М., Машиностроение, 1972.
13. РТМ 26-01-107-78. Теплообменники пластинчатые. Методы тепловых и гидромеханических расчетов. Харьков: Укрнии маш, 1978.
14. Воронин Г.Н., Дубровский Е.В. «Эффективные теплообменники» М, Машиностроение, 1973.

- 15.Тихонов А.М. «Регенерация тепла в авиационных ГТД», М., Машиностроение, 1977.
- 16.Калафати Д.Д., Попанов В.В. «Оптимизация теплообменников по эффективности теплообмена», М., Энергоатомиздат, 1986.
- 17.Маринюк Б.Т. «Аппараты холодильных машин (теория и расчет), -М., Энергоатомиздат, 1995.
- 18.Матин Б.М. «Теплообменные аппараты авиационных двигателей» (основы теории, расчета и оптимизации теплообменных аппаратов в системах авиационного двигателя). М.: Труды ЦИАМ, №921, 1980 г.
- 19.Васильев Л.Л. «Теплообменники на тепловых трубах», Мн.: Наука и техника., 1981 г.
- 20.Хаузен Хальмут «Теплофизика при противотоке, прямотоке и перекрестном токе». Учебное пособие. М.: МАИ, 1982 г.
21. Кошкин В.К., Калинин Э.К. «Теплоносители и расчет теплообменных аппаратов», учебное пособие, - М.: МАИ; 1967.
- 22.Гавра Г.Г., Михайлов П.М. Рис В.В. «Тепловой и гидравлический расчет теплообменных аппаратов компрессорных установок» Учебное пособие. – Л., ЛПИ, 1982.
- 23.Лебедь И.Г., Боград В.М. Гидрогазодинамика и тепло - массоперенос в компактных судовых аппаратах, -Л., Судостроение, 1986.
- 24.Расчет масляно-воздушного радиатора (учебное пособие для курсового проектирования) – сост. Нечитайло К.Ф., Харьков, ХАИ, 1974.
- 25.Сманцер В.В. «Расчет теплообменников (учебное пособие для курсового проектирования) – Харьков, ХАИ, 1975.
26. Нечитайло К.Ф. «Расчет масляно-топливного сотового радиатора» (учебное пособие к курсовой работе) – Харьков, ХАИ, 1975.
27. Расчет статических характеристик рекуперативного теплообменника: Учебное пособие (Фролов С.Д., Иваненко Н.И. Блинков В.Н.), Харьков, ХАИ, 1990.
- 28.Тепло- и массообменные аппараты и установки промышленных предприятий (Учеб. пособие по курсовому проектированию). Под ред. С.А. Левченко, часть 1 и 11, - Харьков, ХГПУ, 1999 – 2000 г.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k205.khai.edu//>