

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплозапобігання, вентиляції та теплоенергетики

ЗАТВЕРДЖУЮ



Г.в.о. проректора з науково-педагогічної та
навчальної роботи

О.С. Максименко

« 15 вересня » 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛОБІМІННИХ АПАРАТАХ»

підготовки **бакалавра**
(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності **144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА**
(код і назва спеціальності)

Полтава
2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Модельювання процесів в теплообмінних апаратах» для студентів за спеціальністю 144 теплоенергетика.

Складена відповідно до освітньої програми бакалавра.


Розробник: Борщ О.Б., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики, кандидат технічних наук, доцент

Погоджено

Гарант освітньої програми  (Голік Ю.С.)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Протокол від «28» серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики  (Голік Ю.С.)

«__» _____ 2020 року

Схвалено навчально-методичною радою інституту

Протокол від «__» _____ 2020 року № 1

Голова навчально-методичної ради  (Каложний А.П.))

«__» _____ 2020 року

©Борщ О.Б., 2020 рік
©НУПІ ім. Ю. Кондратюка, 2020 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань 14 <u>Електрична інженерія</u>	вибіркова
Загальна кількість годин - 90		
Модулів - 1	Спеціальність 144 <u>Теплоенергетика</u>	Рік підготовки
		2-й
Змістових модулів - 1		Семестр
		3-й
Індивідуальні завдання не передбачено	Ступінь вищої освіти <u>бакалавр</u>	Лекції
		16 год.
		Практичні
		14 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		0 год.
Індивідуальна робота: 60 год.		
Види контролю: залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 30/60

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: вивчення теоретичних основ тепломасообмінних процесів і принципів дії теплообмінних апаратів, сушильних та випарних установок, ректифікаційних та холодильних агрегатів, методів їх розрахунків та характеристик режимів роботи.

Компетентності за ОПП:

ЗК 1. Здатність застосовувати сучасні технології, новітні матеріали, обладнання, інструменти, процеси з урахуванням специфіки спеціальності.

ЗК 2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК 8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК 10. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

СК 1. Здатність використовувати базові знання наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення теплоенергетичних систем та теплових мереж та їх устаткування.

СК 2. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

СК 7. 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.

СК 11. Здатність дотримуватися професійних і етичних стандартів високого рівня у діяльності в теплоенергетичній галузі.

Програмні результати навчання за ОПП:

РН 1. Використовувати концептуальні знання, включаючи сучасні теорії, підходи, принципи енергетичної політики, фундаментальні знання з хімії, фізики, математики та фахових і прикладних інженерно-технологічних дисциплін для моделювання та вирішення конкретних задач у даній галузі.

РН 15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів..

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях, набутих студентами в результаті вивчення ряду базових дисциплін загальної та професійної підготовки на попередніх етапах навчання.

Перелік дисциплін, які є передумовою вивчення курсу:

[144БОК06 Вища математика](#)

[144БОК07 Фізика](#)

Перелік дисциплін, для яких курс є передумовою:

[144БОК27 Основи енергозбереження](#)

[144БОК28 Теплотехнічні процеси і установки](#)

[144БВБ6.2 Холодильна техніка, технологія та кондиціонування](#)

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Завдання: навчити студентів основам моделювання теплотехнічних процесів, які відбуваються в тепломасообмінних апаратах, принципам їх роботи, конструктивному оформленню та характеристик агрегатів, які використовуються в теплоенергетиці. Студент повинен вміти розрахувати основні характеристики пристроїв, вибрати економічні режими їх роботи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- класифікацію теплообмінних апаратів;
- основні фізичні закономірності явищ тепломасообміну;
- основи математичних методів розв'язання задач тепломасообміну, методів математичного та фізичного моделювання теплофізичних процесів;
- вимоги до теплообмінних апаратів різного призначення;
- особливості теплогідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів;
- методів впливу на характер протікання та інтенсивність процесів теплообміну, методів їх інтенсифікації.

вміти:

- провести теплогідравлічний розрахунок теплообмінних апаратів;
- застосовувати аналітичний, графо-аналітичний, чисельний методи у розрахунках теплообмінних процесів;
- оцінити ефективність теплообмінних апаратів;

- порівняти теплообмінні апарати різних типів в конкретних умовах їх застосування і вибрати найбільш ефективний;
- розуміти методи підвищення ефективності теплообмінних апаратів.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Мінімальний порогів рівень оцінювання результатів навчання:

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	E	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Середній, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання є: залік; стандартизовані тести; презентація результатів виконаних практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТАХ

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах». Класифікація теплообмінних апаратів. Вимоги до теплообмінних апаратів.

Предмет вивчення і задачі дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах». Основні історичні етапи розвитку теплообмінних апаратів. Розділення теплообмінних апаратів за призначенням, застосуванню, за способом передачі теплоти. Основні вимоги, що пред'являються до теплообмінних апаратів які необхідно враховувати при виборі типу, розрахунку і конструктивній розробці.

ТЕМА 2. Основи тепло гідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів.

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

Практичне заняття № 1.

ТЕМА 3. Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів. Теплоносії теплообмінних апаратів.

Визначення середньо логарифмічного температурного натиску. Визначення температур робочих тіл. Схеми руху теплоносіїв. Теплофізичні і хімічні властивості теплоносіїв. Корозія. Вимоги, що пред'являються до теплоносіїв.

ТЕМА 4. Теплообмінні апарати рекуперативного типу.

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

Практичне заняття № 2.

Практичне заняття № 3.

ТЕМА 5. Теплообмінні апарати регенеративного типу.

Тепловий розрахунок регенеративних теплообмінних апаратів. Особливості конструкції і застосування.

ТЕМА 6. Теплообмінні апарати змішувального типу.

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

Практичне заняття № 4.**Практичне заняття № 5.****ТЕМА 7. Теплообмінні апарати на теплових трубах. Теплообмінні апарати з фазовим переходом теплоносіїв.**

Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів на теплових трубах. Особливості конструкції і застосування. Тепловий розрахунок випарників, конденсаторів, акумуляторів холоду. Особливості конструкції і застосування.

Практичне заняття № 6.**ТЕМА 8. Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів. Методи інтенсифікації теплообміну.**

Параметри ефективності використання теплоти. Енергетичні показники. Комбіновані і економічні показники. Чинники, що впливають на теплообмін. Шляхи інтенсифікації теплообміну.

Практичне заняття № 7.**8. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
лек.		пр.	лаб	інд.	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТАХ						
ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах». Класифікація теплообмінних апаратів. Вимоги до теплообмінних апаратів.		2				
ТЕМА 2. Основи тепло гідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів.		2	2			
ТЕМА 3. Розрахунок кінцевих температур робочих тіл теплообмінних апаратів. Теплоносії теплообмінних апаратів.		2				
ТЕМА 4. Теплообмінні апарати рекуперативного типу.		2	4			
ТЕМА 5. Теплообмінні апарати регенеративного типу.		2				
ТЕМА 6. Теплообмінні апарати змішувального типу.		2	4			
ТЕМА 7. Теплообмінні апарати на теплових трубах. Теплообмінні апарати з фазовим переходом теплоносіїв.		2	2			
ТЕМА 8. Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів. Методи інтенсифікації теплообміну.		2	2			
Усього годин (модуль 1)	90	16	14	-	-	60
Усього годин	90	16	14	-	-	60

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
	Семінарські заняття не передбачені	

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Гідравлічний режим роботи теплообмінних апаратів. Розрахунковий гідравлічний режим робот утилізації теплоти.	2
2.	Теплотехнічний розрахунок рекуперативного теплообмінника Визначення параметрів повітря при його обробці в рекуперативному теплообмінному апараті типу ТКТ.	4
3.		
4.	Регенеративні теплообмінні апарати. Конструкторський розрахунок регенеративних теплообмінних апаратів.	2
5.	Розрахунок контактного економайзера для утилізації теплоти димових газів	4
6.	Визначення параметрів димових газів та води при їх обробці в контактному економайзері.	
7.	Економічна ефективність утилізаторів Визначення економічної ефективності систем утилізації теплоти	2
	Усього	14

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
	Лабораторні заняття не передбачені	

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуватися бібліотечними фондами і каталогами, працювати з історичними та літературними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до виконання модульної контрольної роботи (тестування);
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання заліку за контрольними питаннями.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми
1	Класифікація теплообмінних апаратів	4
2	Вимоги до теплообмінних апаратів.	4
3	Критерії та показники ефективності теплообмінних апаратів.	4

4	Теплоносії теплообмінних апаратів.	4
5	Основи тепло гідравлічних розрахунків теплообмінних апаратів	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 теплогідравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників.	4
11	Тепловий розрахунок рекуперативних теплообмінних апаратів	4
12	Тепловий розрахунок регенеративних теплообмінних апаратів.	4
13	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів змішувального і барботажного типів.	4
14	Тепловий розрахунок теплообмінних апаратів на теплових трубах.	4
15	Тепловий розрахунок випарників, конденсаторів, акумуляторів холоду.	4
	Разом	60

13. Індивідуальні завдання

Не передбачено планом

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні практичних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєннями студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час виконання студентами самостійної роботи та індивідуальних завдань, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів залежить від викладача і доводиться до їхнього відома на першому практичному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти
Розподіл балів, які отримають студенти впродовж семестру

б) для диференційованого заліку:

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота								Індивідуальні завдання	Диференційований залік	Сума
<i>Змістовий модуль 1</i>										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
10	10	10	10	10	10	10	10	0	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:
при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку до 70 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль.

Поточний контроль Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):
- робота на лабораторних заняття (захист лабораторних робіт, а в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.

Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль: Підсумковим контролем є залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Борщ О.Б. Конспект лекцій із дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах» / О.Б. Борщ. – 98 с. (наявний в електронному вигляді).
2. Борщ О.Б. Завдання для практичних робіт та методичні вказівки до їх виконання з дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах» / О.Б. Борщ. – 32 с. (наявний в електронному вигляді).

18. Рекомендована література

Базова

1. Теплотехнические установки, системы, оборудование Учебн.пособие: в 3 ч./ Под ред. Б.А. Левченко, Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО. – Х.: НТУ «ХПИ», 2015. – 728 с. Т.3.
2. Високотемпературні процеси та установки. Теорія, практика, самостійна та індивідуальна робота студентів / С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурний, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 111 с.

Допоміжна

1. Погорелов А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунки): Навчальний посібник для вузів. 2-ге видання. – Львів: «Новий Світ-2000», 2004. – 144 с.
2. Лабай В.Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.8.
3. Бакалін Ю.І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент. Навч. Посібник. – 3-є вид., перероб. і доп.– Харків: Бурулін і К., 2006. – 320 с.
3. Куба В.В., Середа В.В. Теплотехнологічні процеси та установки. Розділ «Установка сушильна тунельна». Практикум. Навчальний посібник – Рівне: НУВГП, 2012 – 82 с.
4. Лебедев П.Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. - М.: Энергия, 1972.- 320 с.

19. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Моделювання процесів в теплообмінних апаратах» для студентів денної форми навчання спеціальності 144 теплоенергетика / О.Б. Борщ. – Полтава, 2020. – 10 с. (Електронна версія в електронній бібліотеці НУПП).