МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ
_____ __Наталя Метеленко__
(підпис) (ім'я, прізвище)

КОТЕЛЬНІ УСТАНОВКИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки _____бакалавра_____
(назва освітнього ступеня)
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 144 Теплоенергетика
(шифр, назва спеціальності)
спеціалізації / предметної спеціальності _____
(шифр і назва)
освітньо-професійна програма_____Теплоенергетика_____
(назва)

Укладач /Укладачі: __Карпенко Г.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електричної
інженерії та кіберфізичних систем
Протокол № __ від " __ " серпня 2023 р.
Завідувач кафедри

_____ Віктор КОВАЛЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Інженерного навчально-наукового інституту
ім.Ю.М. Потебні
Протокол № 1 від " ___ " серпня_ 2023 р.
Голова науково-методичної ради

_____ Тетяна ШАРАПОВА
(підпис) (ім'я, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП

_____ Віктор БАШЛІЙ
(підпис) (ім'я,, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Електрична інженерія»

_____ Аліна ЄРОФЄЄВА__
(підпис) (ім'я,, прізвище)

2023 рік

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Галузь знань,
спеціальність, освітня програма
рівень вищої освіти</td><td rowspan="2">Найменування показників</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>очна (денна) форма здобуття освіти</td><td>заочна (дистанційна) форма здобуття освіти</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Галузь знань
14 Електрична інженерія</td><td rowspan="2">Кількість кредитів – 6</td><td colspan="2"><u>Обов’язкова</u></td></tr>
<tr><td colspan="2">Цикл професійної підготовки освітньої програми</td></tr>
<tr><td>Спеціальність
144 Теплоенергетика</td><td rowspan="3">Змістових модулів – 10</td><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Освітньо-професійна програма
Теплоенергетика</td><td>7-й</td><td>7-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Рівень вищої освіти:
магістерський</td><td rowspan="4">Загальна кількість годин – 180</td><td>48 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>48 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Кількість поточних контрольних заходів – 21</td><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>96 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид підсумкового контролю:
<u>екзамен</u></td></tr>
</table>

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни є формування у студентів знань та умінь в області котельних установок промислових підприємств, їх проектування і експлуатація при мінімальних витратах енергетичних, матеріальних і трудових ресурсів, дотримання правил безпечної експлуатації та охорони навколишнього середовища.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Котельні установки промислових підприємств» є придбання знань і навичок виконання теплового розрахунку котла, організація ефективного спалювання пального в топках котлів, складання матеріальних і енергетичних балансів; організація раціонального теплосприйняття і надійного руху робочої речовини в елементах котла; виконання конструкторських розрахунків, організація надійної та економічної роботи котла і допоміжного спорядження; захисту навколишнього середовища, проведення теплових, аеродинамічних і гідравлічних випробувань котельної установки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: пристрій, принцип дії і умови надійної експлуатації котельної установки;

вміти грамотно виконувати теплотехнічні, гідравлічні, аеродинамічні розрахунки котлів та його обладнання

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи, що забезпечують досягнення результатів навчання та компетентностей
1	**2**
Загальні компетенції	
ЗК 3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 7. Здатність працювати в команді. ЗК 8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ЗК 9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).
Спеціальні компетенції	
СК 1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі. СК 3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання. СК 4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі. СК 5. Здатність визначати, досліджувати та розв’язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов’язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків	Методи: Дослідницький (самостійна робота, проєкти). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (творчі завдання, контрольні). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).

в теплоенергетичній галузі. СК 8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі. СК 9. 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.	
Програмні результати навчання	
ПР 4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики. ПР 5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень. ПР 7. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти. ПР 8. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об’єктів і процесів теплоенергетики. ПР 9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її. ПР10. Знати і розуміти технічні стандарти і правила техніки безпеки у сфері теплоенергетики. ПР 12. Розуміти ключові аспекти та	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, практичний). Контрольні заходи: теоретичне опитування за змістовим модулем.

концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії. ПР 13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження. ПР 14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації. ПР 15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів. ПР 17. Аргументувати і доносити судження, які відбивають інженерні рішення в сфері теплоенергетики та відповідні соціальні, екологічні та етичні проблеми до фахівців і нефахівців. ПР 18. Вміти керувати професійною діяльністю, участі у роботі над проектами, відповідальності за прийняття рішень у сфері теплоенергетики.	

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна «Котельні установки промислових підприємств» тематично пов'язана та базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін "Хімія", "Фізика", "Вища математика", "Інженерна графіка", "Прикладна механіка", "Технічна термодинаміка", "Гідрогазодинаміка", "Тепломасообмін".

.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Котельні установки промпідприємств, їх значення і будова.

Мета та задачі навчальної дисципліни. Порядок її вивчення, контроль. Котельні установки підприємств, їх значення в системах енергетичного господарства підприємств, ТЕЦ и КЕС. Технологічна схема отримання перегрітої пари. Схема котельної установки и принцип її діяльності. Основні елементи котельних установок промпідприємств, їх призначення і конструкції.

Змістовий модуль 2. Тепловий баланс котельної установки та розрахунок витрати палива.

Рівняння теплового балансу. Тепло, що є в його розпорядженні, та його склад; теплота згорання палива, фізичне тепло палива; тепло, яке приноситься повітрям при його підігріванні за межами котельної установки; тепло форсункового дуття, тепло ендотермічних реакцій розкладу карбонатів. Визначення витрати тепла.

Визначення витрати палива. Визначення втрати тепла котлом. Робота котла на не розрахункових режимах.

Змістовий модуль 3. Теплообмін в поверхнях нагріву котельних установок.

Тепло, що є у розпорядженні, та температурний рівень топки. Адіабатична (теоретична) температура горіння. Рівняння теплового балансу топці. Послідовність розрахунку теплообміну в однокамерних топках. Рівняння теплового балансу і теплопередачі у конвективних поверхнях нагріву. Інтенсифікація конвективного обміну в елементах котельної установки.

Змістовий модуль 4. Гідродинаміка води, пари і пароводяної суміші в елементах котельної установки

Умови надійної експлуатації обігріваючих елементів котельних установок, які працюють під тиском. Гідродинаміка в котлах з природною циркуляцією. Гідродинаміка поверхностей нагріву прямоточних котлів. Аеродинаміка газового та повітряного тракту котла.

Змістовий модуль 5. Водопідготовка і водний режим котельних установок.

Обіг води у пароводяному тракті теплової електростанції. Втрата води в системах та її поповнення Пом'якшення води осадженням накипеутворювачів. Обробка води методом іонного обміну. Натрій та водень – катіонування. Засоби підвищення якості пари. Періодична та безперервна продувка

Змістовий модуль 6. Топкові процеси і пристрої

Топкові пристрої для спалювання твердого палива. Топка з нерухомим шаром палива на нерухомих колосникових решітках. Топки немеханізовані та механізовані

Змістовий модуль 7. Топкові пристрої для спалювання вугільного пилу.

Класифікація пиловугільних топок. Розрахунок пальникових пристроїв.

Змістовий модуль 8. Виготовлення вугільного пилу.

Підготовка палива до розмелювання. Система пилоприготування. Індивідуальні системи пилоприготування з шаровими барабанами. Вуглерозмелювальні млини, сепаратори, пиловідокремлювачі та другі

пристрої і механізми систем пилоприготування. Тепловий розрахунок систем пилоприготування

Змістовий модуль 9. Котельні установки спеціального призначення.
Поняття про котли спеціального призначення, вживання їх в промисловості. Класифікація котлів працюючих на відхідних газах, їх пароводяні схеми та позначення їх потужності.

Змістовий модуль 10. Водогрійні котли.
Водогрійні чавунні котли, їх призначення та область застосування. Принципові схеми. Водогрійні сталеві котли, їх призначення та область застосування. Принципові схеми.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні, год				Теор. завня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/д. ф.	з/дист ф.	о/д. ф.	з/дист ф.	о/д. ф.	з/дист ф.	о/д. ф.	з/дис. ф.			
1	**15**			**6**						**2**	**3**	**5**
2	**15**			**6**		**10**				**4**	**3**	**7**
3	**15**			**6**						**2**	**3**	**5**
4	**15**			**6**		**12**				**3**	**3**	**6**
5	**15**			**4**						**2**	**3**	**5**
6	**15**			**2**						**4**	**3**	**7**
7	**15**			**4**		**10**				**4**	**3**	**7**
8	**15**			**2**						**3**	**3**	**6**
9	**15**			**4**						**4**	**3**	**7**
10	**15**			**2**		**10**				**2**	**3**	**5**
Усього за змістові модулі	**150**	**84**		**42**		**42**		**96**		**30**	**30**	**60**
Підсумко-вий Семестро-вий контроль залік	**30**							**30**	**30**			**40**
Загалом	**180**									**100**		

4. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Котельні установки підприємств, їх значення в системах енергетичного господарства підприємств, ТЕЦ и КЕС. Технологічна схема отримання перегрітої пари. Схема котельної установки и принцип її діяльності. Основні елементи котельних установок промпідприємств, їх призначення і конструкції.	6	
2	Рівняння теплового балансу. Тепло, що є в його розпорядженні, та його склад; теплота згорання палива, фізичне тепло палива; тепло, яке приноситься повітрям при його підігріванні за межами котельної установки; тепло форсункового дуття, тепло ендотермічних реакцій розкладу карбонатів. Визначення витрати тепла. Визначення витрати палива. Визначення втрати тепла котлом. Робота котла на не розрахункових режимах.	6	
3	Тепло, що є у розпорядженні, та температурний рівень топки. Адіабатична (теоретична) температура горіння. Рівняння теплового балансу топці. Послідовність розрахунку теплообміну в однокамерних топках. Рівняння теплового балансу і теплопередачі у конвективних поверхнях нагріву. Інтенсифікація конвективного обміну в елементах котельної установки.	6	
4	Умови надійної експлуатації обігріваючих елементів котельних установок, які працюють під тиском. Гідродинаміка в котлах з природною циркуляцією. Гідродинаміка поверхностей нагріву прямоточних котлів. Аеродинаміка газового та повітряного тракту котла.	6	
5	Обіг води у пароводяному тракті теплової електростанції. Втрата води в системах та її поповнення Пом’якшення води осадженням накипеутворювачів. Обробка води методом іонного обміну. Натрій та водень – катіонування. Засоби підвищення якості пари. Періодична та безперервна продувка.	4	
6	Топкові пристрої для спалювання твердого палива. Топка з нерухомим шаром палива на нерухомих колосникових решітках. Топки немеханізовані та механізовані.	2	
7	Класифікація пиловугільних топок. Розрахунок пальникових пристроїв.	4	
8	Підготовка палива до розмелювання. Система пилоприготування. Індивідуальні системи пилоприготування з шаровими барабанами. Вуглерозмелювальні млини, сепаратори, пиловідокремлювачі та другі пристрої і механізми систем пилоприготування. Тепловий розрахунок систем пило приготування.	2	
9	Поняття про котли спеціального призначення, вживання їх в промисловості. Класифікація котлів працюючих на відхідних газах, їх пароводяні схеми та позначення їх потужності.	4	
10	Водогрійні чавунні котли, їх призначення та область застосування. Принципові схеми. Водогрійні сталеві котли, їх призначення та область застосування. Принципові схеми.	2	
Разом		**42**	

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1-2	Визначення ККД парового котла та витрати палива котлом. Розрахунок температури димових газів на виході з топки.	10	
3-4	Розрахунок температури димових газів за фестоном Визначення поверхонь нагріву пароперегрівача та його тепловий розрахунок	12	
4-7	Визначення поверхонь нагріву повітронагрівача та його тепловий розрахунок	10	
8-10	Визначення поверхонь нагріву водяного економайзера та його тепловий розрахунок	10	
Разом		**42**	

6. ВИДИ І ЗМІСТ ПОТОЧНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Теоретичне завдання	Котельні установки промпідприємств, їх значення і будова.	Правильна відповідь – 2 б	2
	Практичне завдання №1	Визначення ККД парового котла та витрати палива котлом.	Правильна відповідь – 3 б	3
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	**2**			**5**
2	Теоретичне завдання	Технологічна схема отримання перегрітої пари.	Правильна відповідь – 4 б	4
	Практична робота №1	Розрахунок температури димових газів на виході з топки.	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	**2**			**7**
3	Теоретичне завдання	Загальне рівняння теплового балансу при стаціонарному режимі роботи котла	Правильна відповідь – 2 б	2
	Практична робота №2	Розрахунок температури димових газів за фестоном	Правильно вирішене завдання – 3 б	3

Усього за ЗМ 3 контр. заходів	**2**			**5**
4	Теоретичне завдання	Визначення ККД котельної установки по прямому та зворотному балансі	Правильна відповідь – 3 б	3
	Практична робота №2	Визначення поверхонь нагріву пароперегрівача та його тепловий розрахунок	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	**2**			**6**
5	Теоретичне завдання	Теплообмін в поверхнях нагріву котельних установок	Правильна відповідь – 2 б	2
	Практична робота №3	Визначення поверхонь нагріву повітронагрівача	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	**2**			**5**
6	Теоретичне завдання	Теплообмін у конвективних поверхнях нагріву.	Правильна відповідь – 4 б	4
	Практична робота №3	Тепловий розрахунок поверхонь нагріву	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	**2**			**7**
7	Теоретичне завдання	Гідродинаміка води, пари і пароводяної суміші в елементах котельної установки	Правильна відповідь – 4 б	4
	Практична робота №3	Визначення параметрів повітронагрівача та його поверхонь нагріву	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 7 контр. заходів	**2**			**7**
8	Теоретичне завдання	Водопідготовка і водний режим	Правильна відповідь – 3 б	3

		котельних установок		
	Практична робота №4	Визначення поверхонь нагріву водяного економайзера	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 8 контр. заходів	**2**			**6**
9	Теоретичне завдання	Топкові процеси і пристрої	Правильна відповідь – 4 б	4
	Практична робота №4	Тепловий розрахунок економайзера	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 9 контр. заходів	**2**			**7**
10	Теоретичне завдання	Виготовлення вугільного пилу	Правильна відповідь – 2 б	2
	Практична робота №4	Визначення параметрів економайзера	Правильно вирішене завдання – 3 б	3
Усього за ЗМ 10 контр. заходів	**2**			**5**
Усього за змістові модулі контр. заходів	**20**			**60**

7. ПІДСУМКОВИЙ СЕМЕСТРОВИЙ КОНТРОЛЬ

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
Екзамен	Два теоретичні питання	Питання формуються з навчального матеріалу всього курсу	Кожна правильна відповідь 15 б Кожна частково правильна відповідь 7 б	30
	Практичне завдання	Визначення оптимальної продуктивності котельної установки	Вчасне правильне вирішення – 10 б. Невчасне правильне вирішення – 6 б. Вчасне вирішення з помилками – 4 б. Невчасне вирішення з помилками – 2 б.	10
Усього за підсумковий семестровий контроль				**40**

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Степанов Д.В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д.В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Бондарь. Вінниця : ВНТУ, 2011. 120 с.
2. Тепловой расчет промышленных парогенераторов / Ред. Частухина В.И. Учебное пособие. Киев : Вища школа, 1980. 184 с.
3. Волощук В.А., Денісов А.К., Трофимчук І.П. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / В.А. Волощук, А.К. Денисов, І.П. Трофимчук. Рівне : НУВГП, 2013. 227с.
4. Алабовський О.М., Боженко М.Ф. Проектування котелен промислових підприємств. Київ : Вища школа, 1992. 207 с.
5. Ткаченко, С. Й. Котельні установки : навчальний посібник / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. 185 с.

Допоміжна:

1. Голубцов, В. М. Котельні установки промислових підприємств : методичні вказівки до виконання контрольних робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 62 с.
2. Голубцов, В. М. Котельные установки промышленных предприятий : методические указания к лабораторной работе "Балансовые испытания котельной установки промышленных предприятий". Запорожье : ЗГИА 2003. 24 с.
3. Голубцов, В. М. Котельные установки промышленных предприятий : методические указания к выполнению курсового проекта. ЗГИА, 2004. 37 с.
4. Кузьменко, А. А. Теплові розрахунки котельних установок малої та середньої потужності : методичні вказівки. Ч. 1. Розрахунки палива: до курсу "Котельні установки пром. підприємств". Запоріжжя : ЗДІА, 2002. 34 с.
5. Кузьменко, А. А. Котельні установки : методичні вказівки до курсового проекту з курсу "Котельні установки промислових підприємств". Ч. 2. Розрахунок топки. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 53 с.

Інформаційні ресурси:

1. Офіційний сайт ІВК Енергія URL: http://www.energiya.com.ua/oborudovanie/promyshlennaya-kotelnaya/
2. Офіційний сайт компанії Енергія Сервіс URL: https://energyservice.com.ua/company.html
3. https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8660#section-0