

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ І СУДНОВИХ ПАРОВИРОБНИХ
УСТАНОВ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
педагогічної роботи


Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Утилізаційні котли

HEAT RECOVERY STEAM GENERATORS

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G11 Машинобудування спеціалізації G11.02 Двигуни та енергетичні установки освітньо-професійної програми «Газотурбінні установки і компресорні станції».

«01» 09 2025 року. – 16 с.

Розробник:

Пацурковський П.А., доцент кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок, канд. техн. наук, доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» узгоджено з гарантом освітньої програми «Газотурбінні установки і компресорні станції».

Гарант освітньої програми
канд. техн. наук, доцент

Артем КОЗЛОВСЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» розглянуто на засіданні кафедри Технічної теплофізики і суднових паровиробних установок.

Протокол № 8 від «2» 04 2025 р.

Завідувач кафедри

Борис ДИМО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 4 від «8» 05 2025 р.

Голова

Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу

Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 5 від «21» 05 2025 р.

Голова НМР НУК

Сергій СЛОБОДЯН

© НУК, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1.Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	11
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	17
10. Рекомендовані джерела інформації	17

ВСТУП

Анотація

Розвиток науки і техніки, розробка нових та удосконалення існуючих конструкцій енергетичного устаткування вимагають високоякісної підготовки студентів.

Важлива роль у підготовці бакалаврів спеціальності G11 Машинобудування відводиться дисципліні «Утилізаційні котли».

Дисципліна «Утилізаційні котли» є обов'язковою дисципліною підготовки бакалавра відповідно до освітньо-професійної програми «Газотурбінні установки і компресорні станції» спеціальності G11 Машинобудування спеціалізації G11.02 Двигуни та енергетичні установки.

Даний курс формує базові знання стосовно конструкції котлів-утилізаторів та утилізаційних установок, принципів їх роботи. Також в рамках дисципліни «Утилізаційні котли» вивчаються основи проектування утилізаційних котлів, які передбачають виконання теплових, конструктивних, аеродинамічних та гідравлічних розрахунків утилізаційних котлів.

Ключові слова: котел-утилізатор; утилізація теплоти; теплові розрахунки; аеродинаміка, сепаратор пари, гідравлічний розрахунок.

Abstract

The development of science and technology, the development of new and improvement of existing energy equipment designs require high-quality students training.

An important role in the bachelor's education on specialty G11 "Energy Machinery" is assigned to the discipline "Heat recovery steam generators".

Discipline «Heat recovery steam generators» is a mandatory discipline for the bachelor of ship energy in accordance with the educational-professional program "Gas turbine plants and compressor stations" in the field of specialty G11 "Energy Machinery".

This course forms basic knowledge about the design of exhaust gas boilers and waste-utilization plants, principles of their operation. Also, within the framework of the discipline "Heat recovery steam generators", the basics of the exhaust gas boilers design are studied, which include thermal, structural, aerodynamic and hydraulic calculations of exhaust gas boilers.

Key words: exhaust gas boiler; utilization of heat, thermal calculations; aerodynamics, steam separator, hydraulic calculation.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво	Обов'язкова	
Модулів – 1	Спеціальність: G11 Машинобудування Спеціалізація: G11.02 Двигуни та енергетичні установки Освітня програма: «Газотурбінні установки і компресорні станції»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Електронна адреса РПНД на сайті Університету: https://surl.li/ydwtow			
Загальна кількість годин – 180		Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 8.	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції	
		30 год	16 год
		Практичні заняття	
		15 год	8 год
		Лабораторні заняття	
		15 год	8 год
		Самостійна робота	
		120 год	148 год
		Індивідуальні завдання	
		–	–
Вид контролю: екзамен			
Форма контролю: комбінована			

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Утилізаційні котли» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ФК4. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів енергетичного і технологічного обладнання.

ФК5. Здатність розробляти енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування та експлуатації енергетичного і теплотехнологічного обладнання.

ФК8. Здатність визначати режими експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання та застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Хімія», «Технічна термодинаміка» та «Тепломасообмін».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності G11 Машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПР 8. Використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати моделювання з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань принаймні в одному з напрямів енергетичного машинобудування.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Утилізація вторинних енергоресурсів ГТД та утилізаційні котельні установки

Тема 1. Тепловий баланс та вторинні енергоресурси ГТД.

Лекція 1. Вступ. Тепловий баланс. Вторинні енергоресурси ГТД. Тепловий баланс ГТД. Джерела вторинних енергоресурсів (ВЕР) газотурбінних установок та основні напрямки їх використання. Енергоресурс відпрацьованих газів ГТУ.

Література: [1] с. 28-32; [2] с. 30-36.

Тема 2. Конструкції та класифікація котлів і теплоутилізаційних установок.

Лекція 2. Принцип дії та класифікація котлів. Конструкції комбінованих котлів та допоміжних котлів. Принцип дії та класифікація котлів. Допоміжний та утилізаційний котли – важливі складові частини СЕУ. Призначення та склад суднової допоміжної котельної установки (СДКУ).

Література: [2] с. 15-18; [3] с. 6-17; [4] с. 41-46.

Лекція 3. Класифікація суднових утилізаційних котлів (УК) та їх характеристики. Конструкції котлів-утилізаторів та утилізаційних установок.

Класифікація суднових утилізаційних котлів (УК) та їх характеристики. Вимоги до УК. Устрій та принцип дії основних типів УК та область їх використання. Робочі процеси в УК. Перспективи розвитку утилізаційних котлів. Призначення та схеми суднових систем малої та глибокої утилізації теплоти.

Література: [1] с. 15-27; [2] с. 162-171, [5] розділ 2.6.

Лекція 4. Суднові та стаціонарні газотурбінні установки з теплоутилізаційним контуром. Загальна характеристика теплоутилізаційних контурів. Принципові теплові схеми теплоутилізаційних контурів когенераційних, газопаротурбінних та STIG установок. Особливості конструкцій утилізаційних котлів для використання в їх складі. Контактні газопаротурбінні установки, перспективи використання. Призначення та схеми суднових систем малої та глибокої утилізації теплоти.

Література: [2] с. 171-173; [4] с. 41-46.

Лекція 5. Паливо та його властивості. Розрахунок горіння палива. Основні характеристики рідкого палива. Елементарний склад палива та теплота згоряння. Реакції горіння. Визначення об'ємів повітря та продуктів згоряння. Визначення ентальпії продуктів згоряння.

Література: [2] с. 18-24, 173-174; [3] с. 17-39.

Змістовий модуль 2. Тепловий, аеродинамічний та гідравлічний розрахунки утилізаційних котлів. Основи проектування утилізаційних котлів.

Тема 3. Тепловий, аеродинамічний та гідравлічний розрахунки утилізаційних котлів.

Лекція 6. Тепловий баланс котлів. Попередній тепловий баланс допоміжного та утилізаційного котла. Вибір температури відхідних газів за УК. Визначення корисно використаної теплоти в УК. Визначення теплових потужностей окремих поверхонь нагріву УК та температур з газової та пароводяної сторін. Коефіцієнт використання теплоти УК. Оцінка компоновочної схеми УК.

Література: [1] с. 52-66; [2] с. 30-40; [3] с. 74-82.

Лекція 7. Компонування і методика теплового розрахунку котлів. Визначення можливої паропродуктивності УК та вибір температури відхідних газів. Вибір параметрів пари. Вплив параметрів пари на паропродуктивність і компактність УК. Компонування поверхонь нагріву. Конструктивний та перевірочний розрахунки. Порядок та особливості теплового розрахунку окремих поверхонь нагріву УК.

Література: [1] с. 28-52, [2] с. 79-119.

Лекція 8. Теплообмін в елементах котлів. Теплообмін у топках. Особливості теплообміну в УК. Коефіцієнт теплопередачі. Коефіцієнт забруднення та повноти омивання трубних пучків. Коефіцієнт теплової ефективності поверхонь нагріву. Формули для визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією при поперечному омиванні гладкотрубних пучків та при поздовжньому омиванні поверхонь нагріву. Фактори, які впливають на коефіцієнт тепловіддачі конвекцією. Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням продуктів

згоряння. Фактори, які впливають на тепловіддачу випромінюванням. Методи інтенсифікації теплообміну в УК. Визначення коефіцієнта теплопередачі в оребрених поверхнях нагріву УК. Визначення температурного напору в елементах УК.

Література: [1] с.52-66, [2] с.57-79.

Лекція 9. Аеродинаміка котлів. Особливості аеродинаміки утилізаційних котлів. Допустимий газовий опір. Визначення опору газового тракту УК. Опори тертя, впоперек омиваємих пучків труб та місцеві. Самотяга.

Література: [1] с. 72-78.

Тема 4. Розрахунок циркуляції котлів, водопідготовка та сепарація пари.

Лекція 10. Основи теорії і розрахунку циркуляції котлів. Гідродинаміка паралельно включених паротвірних труб з примусовою циркуляцією. Гідравлічна характеристика змійовика. Заходи щодо ліквідації багатозначності гідравлічної характеристики. Міжвиткова пульсація потоку. Фізична сутність природної циркуляції. Контур циркуляції. Кратність циркуляції. Рушійний напір циркуляції.

Література: [1] с. 95-112.

Лекція 11. Водопідготовка, водний режим і якість пари. Задачі та види водопідготовки. Основні показники якості води. Накипо- і шламоутворення. Корозія пароводяного тракту котла. Забруднення пари і методи отримання чистої пари. Водний режим і продування котла. Докотлова обробка живильної і додаткової води.

Література: [1] с. 152-161, [3] с.39-53.

Лекція 12. Сепаратори пари утилізаційних котлів. Сепарація пари. Методи отримання чистої пари. Норми якості пари. Конструкції сепараторів утилізаційних котлів та їх розрахунок.

Література: [1] с. 95-102.

Тема 5. Розрахунок елементів котла на міцність та підбір арматури.

Лекція 13. Метал та розрахунок на міцність елементів допоміжних та утилізаційних котлів. Розрахунок міцності основних елементів котлів. Вибір матеріалу. Допустиме напруження. Формули для розрахунку товщини циліндричної стінки, еліптичних та плоских днищ.

Література: [1] с. 98-101.

Лекція 14. Розрахунок та підбір арматури утилізаційних котлів.

Література: [1] с. 102-108.

Тема 6. Автоматизація та регулювання утилізаційних установок.

Лекція 15. Автоматизація та регулювання утилізаційних установок. Задачі автоматизації утилізаційних установок. Методи управління паропродуктивністю УК. Системи автоматичного управління, сигналізації та захисту УК.

Література: [1] с. 113-121.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр	лаб	с.р		лек	пр	лаб	с.р
Змістовий модуль 1. Утилізація вторинних енергоресурсів ГТД та утилізаційні котельні установки										
Тема 1. Тепловий баланс та вторинні енергоресурси ГТД.	11	2	2	1	6	11	2	2	2	5
Тема 2. Конструкції та класифікація котлів і теплоутилізаційних установок	34	8	4	3	19	34	4	2	2	26
Разом за змістовим модулем 1	45	10	6	4	25	45	6	4	4	31
Змістовий модуль 2. Тепловий, аеродинамічний та гідравлічний розрахунки утилізаційних котлів. Основи проектування утилізаційних котлів										
Тема 3. Тепловий, аеродинамічний та гідравлічний розрахунки утилізаційних котлів.	57	8	4	4	22	57	4	1	1	51
Тема 4. Розрахунок циркуляції котлів, водопідготовка та сепарація пари	39	6	2	4	14	39	2	1	1	35
Тема 5. Розрахунок елементів котла на міцність та підбір арматури	24	4	2	2	8	24	2	1	1	20
Тема 6. Автоматизація та регулювання утилізаційних установок	15	2	1	1	6	15	2	1	1	11
Разом за змістовим модулем 2	135	20	9	11	50	135	10	4	4	117
Разом за курсом	180	30	15	15	120	180	16	8	8	148

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Конструкції суднових утилізаційних котлів.	3	2
2	Класифікація і маркування котлів. Основні параметри котлів.	2	2
3	Розрахунок ентальпії продуктів згоряння. Побудова діаграми $I_T - t$	2	1
4	Тепловий баланс утилізаційного котла. Оцінка глибини утилізації теплоти випускних газів.	2	1
5	Котельна арматура, контрольно-вимірювальні прилади та гарнітура. Опори, каркас, обшивка та теплова ізоляція.	3	1
6	Системи суднових котельних установок та основи експлуатації суднових утилізаційних котлів.	3	1
	Разом	15	8

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Вступне заняття. Техніка безпеки при виконанні робіт. Ознайомлення з графіком виконання робіт. Вимоги до оформлення звітів з лабораторних робіт.	2	2
2	Підготовка до теплотехнічних випробувань суднового котла. Вивчення конструкції допоміжного парового котла KBBA1,5/5 та інструкції з його технічної експлуатації.	3	-
3	Лабор. робота 3.1. Визначення коефіцієнта надлишку повітря	2	2
4	Лабор. робота 3.2. Визначення вологості пари на виході з пароводяного колектора котла	2	1
5	Лабор. робота 3.3. Визначення втрати теплоти в навколишнє середовище	2	1
6	Лабор. робота 3.4. Визначення теплосприйняття паротвірних поверхонь нагріву котла	2	1
7	Лабор. робота 3.5. Визначення основних характеристик і складання теплового балансу котла	2	1
	Разом	15	8

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лабораторних робіт	50	58
2	Підготовка до практичних занять	40	—
3	Підготовка конспекта лекцій	—	60
4	Підготовка до екзамену	30	30
	Разом за курсом	120	148

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, практичних, лабораторних занять та самостійної роботи студентів.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних, практичних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на практичних та лабораторних заняттях створюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання завдань практичних та лабораторних робіт проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Утилізаційні котли" є:

- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання та захист завдань практичних занять;
- підготовка конспекта лекцій;
- екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання та захист лабораторних робіт і виконання практичних робіт за матеріалами 1-го та 2-го змістових модулів для студентів денної форми навчання; виконання та захист лабораторних робіт і підготовка конспекту лекцій для студентів заочної форми навчання).

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний екзамен дається студенту, який з кожного виду поточного модульного контролю набирає не менше 60 % від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену. Якщо сумарна кількість балів з поточного модульного контролю становить менше 60 %, студент має повторно виконати лабораторні та практичні роботи.

Для студентів денної форми навчання поточний контроль включає оцінювання виконання та захисту лабораторних робіт та виконання практичних робіт. Студенти виконують та захищають лабораторні роботи у встановлені терміни. Максимальна кількість балів за кожен лабораторну роботу становить 6 балів з урахуванням правильності та якості оформлення звіту, обробки результатів дослідів та висновків, а також відповідей на контрольні запитання. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (5 робіт по 6 балів).

Студенти денної форми навчання виконують практичні роботи за матеріалами 1-го та 2-го змістових модулів. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 практичних робіт по 5 балів). Оцінка практичної роботи здійснюється таким чином: якщо роботу виконано без помилок або з незначною помилкою – максимальна (100 %) або близька до неї кількість балів (від 90 %); за декілька незначних помилок виставляється кількість балів від 75 до 90 %; з однією грубою помилкою або значною кількістю дрібних помилок – кількість балів від 60 до 75 %.

Студенти заочної форми навчання виконують та захищають лабораторні роботи та мають підготувати конспект лекцій за темами дисципліни. Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу становить 6 балів з урахуванням правильності та якості оформлення звіту, обробки результатів дослідів та висновків, а також відповідей на контрольні запитання. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (5 робіт по 6 балів). Оцінка конспекту лекцій здійснюється таким чином: усі питання теми розкриті повністю – максимальна (100 %) або близька до неї кількість балів (від 90 %); декілька питань розкриті неповністю – кількість балів від 75 до 90 %; значна кількість питань розкриті неповністю – кількість балів від 60 до 75 %. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (5 тем по 6 балів).

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання та захист лабораторних робіт	5 * 6 балів = 30 балів	5 * 6 балів = 30 балів
Виконання та захист завдань практичних робіт	6 * 5 балів = 30 балів	–
Підготовка конспекта лекцій	–	5 * 6 балів = 30 балів
Екзамен	40 балів	40 балів
Всього	100	100

Кількість балів	Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт
6	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу самостійно згідно методичних вказівок; чітко формулює мету роботи та основні положення теорії; застосовує коректні методи обробки отриманих результатів та комп'ютерні програми; у висновках надає коректну інтерпретацію результатів; звіт відповідає вимогам до оформлення лабораторних робіт. Студент правильно відповідає на 80...100 % контрольних запитань.

Кількість балів	Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт
5	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно методичних вказівок, іноді після консультацій викладача; правильно формулює мету роботи та основні положення теорії; в цілому правильно складає звіт та робить висновки; відповідає на 60...80 % контрольних запитань.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу після консультацій викладача; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки; відповідає на 40...60 % контрольних запитань.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (5 робіт по 6 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання виконання практичних робіт
5	Практична робота виконана у встановлений термін без помилок або з незначною помилкою. Відповіді на питання правильні, повні, логічні, містять аналіз, систематизацію, узагальнення, аргументовані висновки, всі розрахунки виконані вірно.
3-4	Практична робота виконана у встановлений термін з декількома незначними помилками. Відповіді на питання переважно правильні та повні. При виконанні розрахунків присутня незначна кількість дрібних помилок.
1-2	Практична робота виконана з порушенням встановлених термінів. Відповіді на питання переважно неправильні та неповні. Розрахунки виконано з однією грубою помилкою або значною кількістю дрібних помилок.
0	Робота не виконувалася
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (6 практичних робіт по 5 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання підготовки конспекту лекцій
6	Теми лекцій розкриті повністю, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули, а також останні відомості з періодичних видань та інтернету.
5	Теми більшості лекцій розкриті повністю, але деякі потребують доопрацювання, матеріал лекцій містить відповідні рисунки, таблиці й формули, а також останні відомості з періодичних видань та інтернету.
3	Теми значної кількості лекцій розкриті не повністю, а матеріал лекцій не містить відповідні рисунки, таблиці й формули, відсутні останні відомості з періодичних видань та інтернету.
0	Конспект лекцій не пред'явлений викладачеві.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 30 балів (5 тем по 6 балів).</i>

Кількість балів	Критерії оцінювання відповіді на питання екзамену
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки.
8...9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок.
6...7	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок.
3...5	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
0...2	Відповідь на питання неповна або відсутня, не підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість грубих та дрібних помилок.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів (4 питання по 10 балів).

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ1	T1	Практичне заняття №1	5	Конспект лекцій за темою №1	6
	T2	Лабораторна робота №1	6	Лабораторна робота №1	6
		Практичне заняття №2	5	Конспект лекцій за темою №2	6
ЗМ2	T3	Лабораторна робота №2	6	Лабораторна робота №2	6
		Практичне заняття №3	5	Конспект лекцій за темою №3	6
	T4	Лабораторна робота №3	6	Лабораторна робота №3	6
		Практичне заняття №4	5	Конспект лекцій за темою №4	6
	T5	Лабораторна робота №4	6	Лабораторна робота №4	6
		Практичне заняття №5	5	Конспект лекцій за темою №5	6
	T6	Лабораторна робота №5	6	Лабораторна робота №5	6
		Практичне заняття №6	5	—	—

	Денне відділення		Заочне відділення	
	Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
Підсумковий контроль	Екзамен	40	Екзамен	40
Сума		100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються: рисунки, плакати та слайди схем утилізаційних котельних установок і конструкцій судових котлів, їх арматури й гарнітури, систем автоматичного регулювання, сигналізації та захисту; макети котлів; діючий котел КВВА 1,5/5; нормативні документи; приклади проектних розрахунків реальних котлів; правила експлуатації судових технічних засобів, суднова документація тощо. Лекційні та практичні заняття проводяться на кафедрі технічної теплофізики та судових паровиробних установок НУК в кабінеті котлів, а лабораторні – в лабораторії судових котлів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Кузнецов В.В., Кузнецова С.А., Мовчан С.М., Соломонюк Д.М. Утилізаційні котли газотурбінних установок: навч. посібник. Миколаїв: Видавництво НУК, 2011. 248 с.
2. Єпіфанов О. А. Конструкції судових котлів : навч. посібник. Миколаїв : НУК, 2016. 198 с.
3. Теплотехнічні випробування судового парового котла : лабораторний практикум з дисципліни «Суднові котли і атомні реактори» / В.В. Єршов, Б.В. Димо, О.А. Єпіфанов, В.І. Пилипчак, Ю.О. Половець. Миколаїв: НУК, 2009. 88 с.
4. Долганов Ю. А., Єпіфанов О. А. Порівняльна оцінка котлів-утилізаторів по впливу на ефективність роботи когенераційних газопаротурбінних установок. // Збірник наукових праць НУК. Миколаїв : НУК, 2017. С. 41 – 46.
5. Базеев Є. Т., Білека Б. Д., Васильєв Є. П. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-2/2-6-kotli-utilizatori-j-energotehnologichni-kotli>

Допоміжна література

6. Правила класифікації та побудови морських суден : у 4-х томах. Київ : Регістр судноплавства України, 2011.
7. Горбов В. М. Суднові енергетичні установки : навч. посібник. Миколаїв : УДМТУ, 2002. 353 с.
8. Горбов В. М. Енциклопедія суднової енергетики. Миколаїв : НУК, 2010. 624 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

1. Alfa Laval Aalborg Industries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.aalborg-industries.com/marine-boilers>.
2. Greens Power Ltd: Marine boilers / HRSGs for FPSO Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.greenspower.co.uk>.
3. Mitsubishi Heavy Industries, Ltd [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mhi-global.com>.
4. Osaka Boiler Co., Ltd [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osaka-boiler.co.jp>.
5. SAACKE GmbH [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.saacke.com/products/marine-boilers>.