

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
(повна назва підрозділу)

Експлуатація суднових енергетичних установок та теплоенергетика
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

С.О. Слободян

» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Паливо та паливопідготовка

Fuel and Fuel Treatment

рівень вищої освіти	<u>бакалаврський</u>
тип дисципліни	<u>обов'язкова</u>
мова(и) викладання	<u>українська</u>

Робоча програма навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань

Галузь знань: 14 Електрична інженерія

(шифр і назва)

спеціальності G4.02 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

освітня програма Теплоенергетика

(зазначаються повна назва освітньої програми)

« 09 » 05 2024 р – 23с.

Розробник: Розробник: Шаповалов Юрій Олександрович, к.т.н., доцент, Семенов Микола Миколайович, викладач.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА»

к.т.н., доцент



Юрій ШАПОВАЛОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» розглянуто на засіданні кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Протокол № 12 від « 30 » 05 2024 р.

завідувач кафедри



Богдан ЛИЧКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 3 від « 10 » 06 2024 р.

Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 26 » 06 2024 р.

Голова НМР НУК



Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	7
4. Очікувані результати навчання.....	8
5. Програма навчальної дисципліни.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	22
10. Рекомендовані джерела інформації.....	22

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Паливо та паливopідготовка» належить до циклу професійно-орієнтованої підготовки майбутніх фахівців у галузі теплоенергетики та спрямована на формування у студентів цілісного системного уявлення про види палив, їх характеристики, методи підготовки та технології ефективного використання в енергетичних установках.

У межах курсу студенти ознайомлюються з основами термoxімії та теорії горіння, набувають знань про фізико-хімічні властивості традиційних та альтернативних палив (твердих, рідких, газоподібних), їх енергетичний потенціал, особливості видобування, переробки та вплив на довкілля. Особливу увагу приділено технологіям паливopідготовки, що забезпечують ефективне та екологічно безпечне згорання палива в теплових двигунах та котельних установках.

- знаннями про властивості та типологію палив, методи їх оцінювання та розрахунку теплотехнічних показників;
- вміннями виконувати розрахунки повітряного режиму горіння, об'ємів продуктів згорання, калориметричних та теоретичних температур;
- уявленням про сучасні тенденції використання альтернативних палив та технології їх підготовки.

Дисципліна є фундаментально важливою для формування професійної компетентності інженера-теплоенергетика та адаптації до викликів сучасної енергетики, зокрема в контексті енергоефективності, екологічності та диверсифікації паливних ресурсів.

Ключові слова:

енергетичне паливо; теплота згорання; процес горіння; тверді палива; рідкі палива; газоподібні палива; альтернативні палива; паливopідготовка.

Abstract

The discipline "Fuel and Fuel Preparation" belongs to the cycle of professionally-oriented training of future specialists in the field of heat and power engineering and is aimed at forming in students a holistic systemic understanding of types of fuels, their characteristics, preparation methods and technologies for effective use in power plants.

Within the framework of the course, students are introduced to the basics of thermochemistry and combustion theory, acquire knowledge about the physicochemical properties of traditional and alternative fuels (solid, liquid, gaseous), their energy potential, features of extraction, processing and impact on the environment. Special attention is paid to fuel preparation technologies that ensure efficient and environmentally safe combustion of fuel in heat engines and boiler plants.

- knowledge of the properties and typology of fuels, methods of their evaluation and calculation of heat-technical indicators;
- skills to perform calculations of the combustion air regime, volumes of combustion products, calorimetric and theoretical temperatures;
- understanding of current trends in the use of alternative fuels and technologies for their preparation.

The discipline is fundamentally important for the formation of professional competence of a heat and power engineer and adaptation to the challenges of modern energy, in particular in the context of energy efficiency, environmental friendliness and diversification of fuel resources.

Key words: energy fuel; heat of combustion; combustion process; solid fuels; liquid fuels; gaseous fuels; alternative fuels; fuel preparation.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів - 3	Галузь знань: 14 Електрична інженерія	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів –2		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету <a href="https://nuos.edu.ua/studentu/po
lozhennya-nuk/opis-opp/opp-
teploenerhetika-bakalavr/">https://nuos.edu.ua/studentu/po lozhennya-nuk/opis-opp/opp- teploenerhetika-bakalavr/	Спеціальність: 144 Теплоенергетика Освітня програма: Теплоенергетика	Семестр	
Індивідуальне науково- дослідне завдання: Не передбачено		6-й	6-й
Загальна кількість годин 90		Лекції]	
		30 год.	10 год.
		Практичні	
		15 год.	6 год.
		Лабораторні	
–			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3;	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		45 год.	74 год
		Індивідуальне завдання: не передбачено	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни – формування у студентів систематизованого цілісного уявлення про властивості палив; про основу теорії горіння палив взагалі та про особливості горіння різних видів палив; про ресурси, умови видобування та характеристики твердих, рідких та газоподібних палив; про альтернативні палива, які можуть бути використаними в теплоенергетиці; про підготовку палив до використання у теплових двигунах та котлах.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Паливо та паливopідготовка» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК-1 Здатність розв'язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ФК5. 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 в теплоенергетичній галузі.

ФК6. Здатність враховувати знання і розуміння комерційного та економічного контексту при прийнятті рішень в теплоенергетичній галузі.

ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна „Паливо та паливopідготовка” будується на попередньому вивченні студентами циклу загальнотехнічних дисциплін. Дисципліна „Паливо та паливopідготовка” у значній мірі синтезує відомості основних теплотехнічних та фізико-хімічних дисциплін, вчить послідовному аналізу досить складних явищ.

Із дисципліни „Хімія” у дисципліні „Паливо та паливopідготовка” використовуються:

- типи хімічних реакцій;
- тепловий ефект хімічних реакцій;

- швидкість хімічних реакцій;
- основні положення теорії хімічної рівноваги.

Із дисципліни „Термодинаміка”:

- теплоємність, внутрішня енергія і ентальпія ідеального газу, суміші газів;
- перший закон термодинаміки;
- другий закон термодинаміки;
- термохімія.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН4 Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики

ПРН9 Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН14 Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проєктів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні відомості про палива.

Тема 1. Вступ. Предмет, об'єкт, мета і задачі дисципліни.

Світові тенденції розвитку енергетики та забезпечення її паливними ресурсами. [стор. 9...43¹, 46...66; стор. 5...6², стор. 5...20³, стор. 5...6⁴].

Тема 2. Класифікація палив. Хімічний склад палив. [стор. 7...11²; стор. 16...20³, стор. 13...16⁴].

Тема 3. Горюча та баластна частина палив. [стор. 11...23²; стор. 25³].

Тема 4. Теплота згоряння палив. [стор. 25...28²; стор. 26...31³].

Тема 5. Продукти згоряння палив. [стор. 39...46²].

Тема 6. Теплоємність палива та продуктів згоріння. Температура горіння палив. [стор. 53...66²].

Змістовий модуль 2. Основи теорії горіння вуглеводних палив. Типи енергетичних палив та їх характеристики. Паливopідготовка.

Тема 7. Основні положення та закони теорії горіння. [стор. 67...75²].

Тема 8. Горіння газоподібного та рідкого палива. [стор. 75...101²].

Тема 9. Горіння твердого палива. [стор. 101...120²].

Тема 10. Тверді палива: характеристики, ресурси, видобування. [стор. 123...150²; стор. 331...371³, стор. 90...102⁴]

Тема 11. Рідкі палива: характеристики, ресурси, видобування. Альтернативні рідкі палива. [стор. 183...232²; стор. 270...291³, стор. 63...73⁴].

Тема 12. Газоподібні палива: характеристики, ресурси, видобування. [стор. 230...322²; стор. 383...408³, стор. 45...67⁴].

Тема 13. Схеми, обладнання та технології паливopідготовки. [стор. 456...533³; стор. 102...124²].

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.
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Загальні відомості про палива										
Тема 1. Вступ. Предмет, об'єкт, мета і задачі дисципліни. Зв'язок з попередніми дисциплінами. Література за дисципліною. Світові тенденції розвитку енергетики та забезпечення її паливними ресурсами. Стан паливно-енергетичного комплексу України.	6	2	1	-	3	7	1	1	-	5

Тема 2. Класифікація палив. Палива енергетичні і технологічні. Хімічний склад палива.	5	2	1	-	2	6	1	-	-	5
Тема 3. Горюча та баластна частина палива. Мінеральні домішки. Волога палива. Маса палива та їх склад. Перерахування складу палива на іншу масу.	6	2	1	-	3	6	-	1	-	5
Тема 4. Теплота згоряння палива. Вища та нижча теплоти згоряння палива. Перерахування теплоти згоряння на склад іншої маси визначення теплоти згоряння за даними технічного аналізу та за даними елементарного складу палива. Визначення теплоти згоряння палива за його компонентним складом. Колориметричне визначення теплоти згоряння. Визначення теплоти згоряння за теплопродуктивністю повітря. Умове паливо та паливні еквіваленти.	7	2	1	-	4	6	1	-	-	5
Тема 5. Продукти згоряння палива. Визначення кількості повітря, що витрачається на горіння палива. Визначення кількості продуктів згоряння, що утворюються при стехіометричному горінні палив. Коефіцієнт надлишку повітря.	7	2	1	-	4	7	1	-	-	6
Тема 6. Продукти згоряння палива. Визначення кількості продуктів згоряння, що утворюються при дійсному згорянні палив. Визначення кількості продуктів згоряння при одночасному спалюванні різних видів палива.	7	2	1	-	4	7	-	1	-	6
Тема 7. Теплоємність палива та продуктів його згоряння. Температура горіння палив. Теплоємність продуктів згоряння при стехіометричному горінні. Теплоємність реальних продуктів згоряння палива. Жаропродуктивність палива. Калориметрична температура горіння. Теоретична температура горіння.	7	2	1	-	4	6	1	-	-	5
Разом за змістовим модулем 1	45	14	7	-	24	45	5	3	-	37
Змістовий модуль 2. Основи теорії горіння вуглеводневих палив. Типи енергетичних палив та їх характеристики										
Тема 8. Основні положення та закони теорії горіння. Горіння. Визначення, класифікація окислювальних реакцій. Тепловий ефект реакцій горіння. Кінетика окислювальних реакцій.	5	2	1	-	2	19	1	1	-	5

Тема 9. Горіння газоподібного та рідкого палива. Ланцюгові реакції. Займання робочої суміші. Вимушене займання. Поширення полум'я в газових сумішах. Кінетичне та дифузійне горіння. Особливості горіння рідкого палива. Горіння краплі рідкого палива. Факельне спалювання рідкого палива. Горіння водопаливної емульсії.	6	2	1	-	3	19	1	1	-	5
Тема 10. Горіння твердого палива. Горіння вуглецю. Області гетерогенного горіння. Хімічне перетворення вуглецю. Тепловий режим горіння частинки твердого палива. Шарове спалювання твердого палива. Горіння твердого палива у пилоподібному стані.	6	2	1	-	3	18	1	1	-	5
Тема 11. Бітумінозні пісковики. Кам'яне вугілля та антрацит. Склад, класифікація та характеристики кам'яного вугілля. Штучне тверде паливо. Фізико-механічні методи отримання штучних палив. Термічна переробка твердих палив. Комбіновані методи отримання твердих палив.	5	2	1	-	2		-	-	-	4
Тема 12. Рідкі палива. Рідкі природні палива. Нафта. Походження нафти. Склад, фізичні властивості, ресурси та видобування нафти. Переробка нафти. Паливо для ДВЗ з іскровим запалюванням. Дизельні, моторні та газотурбінні палива. Мазути, марки, склад, вуглеводневі та асфальто-смолисті сполуки, баластні домішки. Властивості мазутів.	5	2	1	-	2		-	-	-	4
Тема 13. Водопаливні емульсії. Водовугільні палива. Похідні рідкі палива, які отримують шляхом термічної переробки вугілля. Альтернативні рідкі похідні палива. Метанол. Біопаливо. Рідке паливо з відходів полімерних матеріалів.	6	2	1	-	3	19	-	-	-	4
Тема 14. Газоподібні палива. Загальна характеристика газоподібного палива. Види та склад газоподібного палива. Природні гази. Похідні газоподібні палива. Гази, що виробляються при хімічній переробці твердого та рідкого палива. Зріджені гази. Генераторні гази. Гази підземної газифікації вугілля. Водень. Біогаз.	6	2	1	-	3		-	-	-	5
Тема 15. Підготовка твердого , рідкого та газоподібного палива. Попередня	6	2	1	-	3		2	-	-	5

підготовка палива перед подаванням до котельної. Системи пилеприготування. Розмельне та дозуюче обладнання систем пилоприготування. Системи приготування водовугільних суспензій. Класифікація методів підготовки рідкого палива. Підігрів палива. Гомогенізація. Відстоювання та сепарація. Фільтрування. Ввід присадок до палива. Приготування ВПЕ. Вимоги до систем приготування газоподібного палива. Системи підготовки газоподібного палива.										
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45	16	8	-	21	45	5	3	-	37
<i>Усього годин</i>	90	30	15	-	45	90	10	6	-	74
<i>Разом за курсом</i>	90	30	15	-	45	90	10	6	-	74

Теми практичних занять

Практичні заняття мають на меті закріплення матеріалу лекційного курсу та його доповнення розглядом практичних задач розрахунку елементарного складу з однієї маси на іншу, або перерахування витрат натурального палива на умовне та т.і. На практичних заняттях також розглядаються основні етапи паливопідготовки їх схеми, обладнання та технології (докладніше про мету розділення здобувачів на підгрупи викладено в розділі «Індивідуальна робота»). Також практичні заняття використовуються для проведення контрольних заходів (контрольної роботи) та захисту підготовлених здобувачами рефератів.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	<i>Практичне заняття № 1.</i> Елементарний склад палив. Перерахування елементарного складу з однієї маси на іншу	2	1
2	<i>Практичне заняття № 2.</i> Визначення теплоти згоряння палива за елементарним складом; за даними технічного аналізу; за компонентним складом; за теплопродуктивністю повітря.	1	-
3	<i>Практичне заняття № 3.</i> Перерахування витрат натурального палива на умовне. Визначення приведеної зольності та вологості.	2	1

	Визначення об'ємів повітря, необхідного для згоряння твердого, рідкого та газоподібного палива.		
4	<i>Практичне заняття № 4.</i> Визначення об'єму продуктів згоряння палива, що утворюються при згорянні твердих, рідких та газоподібних палив. Визначення процентного вмісту двоокису вуглецю, сірчистого ангідриду, триатомних газів, кисню та азоту у сухих продуктах згоряння при повному згорянні палива.	2	1
5	<i>Практичне заняття № 5.</i> Визначення жаропродуктивності, калориметричної, теоретичної та розрахункової температури різних видів палив. Побудова та використання H-t-діаграми при визначенні калориметричної температури.	2	1
6	<i>Практичне заняття № 6.</i> Вивчення характеристик твердих палив різних типів.	2	-
7	<i>Практичне заняття № 7.</i> Вивчення характеристик рідких та газоподібних палив як традиційних, так і альтернативних.	2	1
8	<i>Практичне заняття № 8.</i> Вивчення схем приготування твердого, рідкого та газоподібного палива.	2	1
	Разом	15	6

Індивідуальна робота здобувачів

Індивідуальна робота здобувачів виконується під керівництвом викладача і має на меті поглиблення та закріплення матеріалу лекційного курсу.

Індивідуальне завдання виконується в вигляді контрольної роботи та містить розрахунково-пояснювальну записку і графічну частину. Виконання індивідуального завдання здійснюється за допомогою ПК та передбачає розробку кожною підгрупою необхідних програмних засобів для здійснення відповідних розрахунків.

Первинні дані для проведення розрахунків наведені в [14] та [1].

Змістом контрольної роботи передбачається:

1. Проведення аналізу складу 3-х палив (тверде, рідке та газоподібне). Студент повинен надати відокремлену характеристику кожного з палив, навести опис їх особливостей, можливого використання.

2. Приведення складу заданих палив до виду, зручного для подальших розрахунків (перерахування складу твердого та рідкого палив на робочу масу, складу сухого газоподібного на вологе).

3. Визначення вищої та нижчої теплоти згоряння заданих палив за декількома емпіричними формулами, а також за результатами технічного аналізу. Проведення порівняння та аналізу отриманих результатів. Визначення приведеної зольності, вологості палив та їх паливного еквіваленту.

4. Визначення теоретичної та дійсної кількості повітря, необхідного для спалювання одного з палив та об'єму продуктів повного згоряння на виході з топки.

5. Визначення для палива з п. 4 теплоти згоряння, жаропродуктивності, калориметричної, теоретичної та розрахункової температури горіння (визначення калориметричної температури згоряння провести з побудовою H-t– діаграми).

Захист індивідуального завдання виконується поетапно відповідно до табл. 1. Наприкінці семестру здійснюється захист завдання у вигляді доповіді перед аудиторією. Захищене індивідуальне завдання є підставою для допуску до екзамену. Крім зазначеного виду індивідуальної роботи кожен здобувач під час семестру має можливість підготувати реферат, теми рефератів за розділом "Характеристики, ресурси, видобування і застосування природних та штучних палив", який не відповідає індивідуальному завданню. Реферат підлягає публічному захисту на практичних заняттях. Бали, отримані за підготовку та захист реферату (разом не більше 10 балів) додаються до поточного рейтингу здобу Контрольна робота, яка виконується студентами як заочного, так і денного відділення, сприяє закріпленню засвоєння теоретичного матеріалу, набуття практичних навичок теплотехнічних розрахунків, пов'язаних з паливами.

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	10	10
2	Підготовка до практичних робіт	10	10
3	Виконання індивідуального завдання	15	15
4	Підготовка до екзамену	10	41
	Разом	45	74

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

Методи навчання:

- лекції;
- робота із літературою;
- репродуктивні бесіди;
- практичні роботи;

Контроль успішності навчання здобувачів проводиться у формах поточного та підсумкового контролю.

Методи демонстрації результатів навчання: усні відповіді на практичних заняттях, виконання і захист індивідуального завдання, письмовий екзамен з послідовним усним опитуванням в присутності одногрупників.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль полягає у перевірці знань та практичної підготовленості здобувачів з певної завершеної частини навчальної дисципліни (змістового модуля), умінь виконання індивідуальних завдань.

Формами поточного контролю є:

- усні відповіді на практичних заняттях;

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю та оцінки заключного іспиту

У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач освіти може набрати до 60 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру за виконання і захист модулів індивідуального завдання. Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із певного модуля (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час роботи на практичних заняттях. Під час екзамену із дисципліни здобувач повинен відповісти на чотири запитання екзаменаційного білету, які охоплюють теми різних змістовних модулів. Відповідь на запитання здобувачам пропонується надавати у письмовій формі із подальшими усними поясненнями та

уточненнями. Під час складання екзамену можливе використання власних конспектів лекцій із дозволу викладача. Повна відповідь на всі контрольні питання оцінюється до 40 балів (максимальна кількість балів на одне питання – 10 балів).

Максимальна оцінка заключного іспиту становить 100 балів. Право складати заключний іспит надається здобувачеві освіти, якій із урахуванням проміжних оцінок та максимального балу заключного іспиту набирає не менше 60 балів.

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

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання індивідуального завдання	60	
Розробка і захист спеціального питання		60
Всього	60	60

Денна форма		Заочна форма	
Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
Проведення аналізу складу 3-х палив (тверде, рідке та газоподібне).	5		5
Приведення складу заданих палив до виду, зручного для подальших розрахунків (перерахування складу твердого та рідкого палив на робочу масу, складу сухого газоподібного на вологе).	5		5
Визначення вищої та нижчої теплоти згоряння заданих палив за декількома емпіричними формулами, а також за результатами технічного аналізу. Проведення порівняння та аналізу отриманих результатів. Визначення приведеної зольності, вологості палив та їх паливного еквіваленту.	5		5
Визначення теоретичної та дійсної кількості повітря, необхідного для	5		5

спалювання одного з палив та об'єму продуктів повного згоряння на виході з топки.				
Визначення для палива з п. 4 теплоти згоряння, жаропродуктивності, калориметричної, теоретичної та розрахункової температури горіння (визначення калориметричної температури згоряння провести з побудовою H-t– діаграми).		5		5
Захист індивідуального завдання		5		5
Реферат		20		20
Захист реферату		10		10
Підсумковий контроль	Екзамен	40		40
Сума		100		100

Таблиця 1. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів індивідуального завдання з дисципліни «Паливо та паливонідготовка»

Модулі		Найменування змістовних модулів (етапів індивідуального завдання)	Термін виконання.
Найменування	Сума балів		
1. Проведення аналізу складу 3-х палив (тверде, рідке та газоподібне).	1...5	1. Проведення аналізу складу твердого палива та приклади його використання	II
		2. Проведення аналізу складу рідкого палива та приклади його використання	
		3. Проведення аналізу складу газоподібного палива та приклади його використання	
2. Приведення складу заданих палив до виду, зручного для подальших розрахунків (перерахування складу твердого та рідкого палив на робочу масу, складу сухого газоподібного на вологе).	1...5	1. Перерахування елементарного складу твердого палива з горючої маси на робочу	III
		2. Перерахування елементарного складу рідкого палива з горючої маси на робочу	
		3. Перерахування складу сухого газоподібного палива на вологе	

3. Визначення вищої та нижчої теплоти згоряння заданих палив за декількома емпіричними формулами, а також за результатами технічного аналізу. Проведення порівняння та аналізу отриманих результатів. Визначення приведеної зольності, вологості палив та їх паливного еквіваленту.	1...5	1. Визначення вищої та нижчої теплоти згоряння заданих палив за декількома емпіричними формулами, а також за результатами технічного аналізу.	IV
		2. Проведення порівняння та аналізу отриманих результатів.	
		3. Визначення приведеної зольності, вологості палив та їх паливного еквіваленту.	
4. Визначення теоретичної та дійсної кількості повітря, необхідного для спалювання одного з палив та об'єму продуктів повного згоряння на виході з топки.	1...5	1. Визначення елементарний склада палива по робочій масі	V
		2. Розрахунок теоретичної кількості повітря, необхідного для спалювання палива	
		3. Визначення об'єму продуктів повного згоряння палива	
5. Визначення для палива з п. 4 теплоти згоряння, жаропродуктивності, калориметричної, теоретичної та розрахункової температури горіння (визначення калориметричної температури згоряння провести з побудовою H-t– діаграми).	1...5	1. Визначення нижчої теплоти згоряння газоподібного палива	VII
		2. Визначення жаропродуктивності палива	
		3. Визначення калориметрична температура	
		4. Визначення середньої теплоємності та ентальпії продуктів повного згоряння палива	
6. Захист індивідуального завдання	1...5		VIII
7. Реферат	1...20	Поглиблене вивчення окремої проблеми	XII
8. Захист реферату	1...10		XIII
Разом	60		

8.1. Контроль та оцінювання знань за п. 1-5 в табл. 1

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Глибоке розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом, активна участь у роботі семінару, виступ у дискусії
4	Розкриття питання теми, вільне володіння матеріалом
3	Розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
2	Неповне розкриття питання теми, недостатньо вільне володіння матеріалом
0	Незадовільне розкриття питання теми

8.2. Контроль та оцінювання знань за п. 7 в табл. 1. та захист

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Розробка реферату	16...20	Наявність чітко сформульованої проблеми; адекватність формулювання об'єкта, предмета, мети та задач дослідження; визначення ступеню розробленості проблеми дослідження; наявність посилань на використану літературу; адекватність обраних методів предмету дослідження
	11...15	Зміст роботи відповідає обраній темі; але має поверхневий аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано.
	6...10	Робота оформлена за вимогами, які пред'являються реферату, але має недостатньо критичний аналіз, матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано.
	1...5	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень і лише за допомогою викладача може виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих.
	0	Робота не носить дослідницького характеру, не має аналізу і не відповідає вимогам, які пред'являються до рефератів. У роботі немає висновків або вони носять декларативний характер
Захист реферату	10	Доповідь логічно побудована, здобувач освіти чітко та стисло викладає основні результати дослідження, показує глибокі знання з питань теми, оперує даними дослідження, вносить пропозиції по темі дослідження, під час доповіді вміло використовує презентацію, впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання.
	8...9	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	6...7	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження, належно обґрунтовує положення роботи, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	4... 5	Здобувач освіти спроможний чітко та стисло викласти основні результати дослідження але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення роботи.
	2..3	Здобувач освіти невпорядковано викладає основні результати дослідження, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення роботи.

1...2	Здобувач освіти непорядковано викладає основні результати дослідження робить спроби аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання.
0	Здобувач освіти непорядковано викладає основні результати дослідження, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію.

8.3. Критерії оцінювання програмних результатів навчання здобувачів освіти під час екзамену (4 запитання по 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки
7...9	Відповідь на питання повна, підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, включає аналіз та аргументовані висновки, але містить незначну кількість дрібних помилок
4...6	Відповідь на питання достатньо повна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість дрібних помилок
1...3	Відповідь на питання неповна, частково підтверджена відповідними формулами та ілюстративним матеріалом, містить значну кількість як дрібних, так і грубих помилок
0	Відповідь на питання відсутня

Перелік питань до курсу «Паливо та паливopідготовка»

1. Класифікація палив.
2. Склад та загальна характеристика горючої частини палива.
3. Вуглець як складова горючої частини палива.
4. Водень як складова горючої частини палива.
5. Кисень як складова горючої частини палива.
6. Азот як складова горючої частини палива.
7. Сірка як складова горючої частини палива. Вплив вмісту сірчистого ангідриду в паливі на корозію поверхонь нагріву.
8. Мінеральні домішки палива.
9. Зола. Первинна, вторинна, третинна зола.
10. Плавкість золи. Легкоплавка та тугоплавка зола. Приведена зольність палива.
11. Вологість палива. Приведена вологість.
12. Маси палива та їх склад.
13. Перерахунок елементарного складу палива на різні маси.
14. Вища теплота згоряння палива.
15. Нижча теплота згоряння палива.
16. Теплота згоряння суміші палив.
17. Перерахування теплоти згоряння на складі іншої маси.
18. Визначення теплоти згоряння палива за даними технічного аналізу.
19. Визначення теплоти згоряння палива за даними елементарного складу палив.
20. Визначення теплоти згоряння газоподібного палива за його компонентним складом.

21. Калориметричне визначення теплоти згоряння палива.
22. Визначення теплоти згоряння палива за теплопродуктивністю повітря.
23. Умовне паливо та паливні еквіваленти.
24. Визначення кількості повітря, що витрачається на горіння твердого та рідкого палива.
25. Визначення кількості повітря, що витрачається на горіння газоподібного палива.
26. Визначення кількості продуктів згоряння, що утворюється при стехіометричному горінні твердих та рідких палив.
27. Визначення кількості продуктів згоряння, що утворюється при стехіометричному горінні газоподібних палив.
28. Коефіцієнт надлишку повітря.
29. Визначення коефіцієнта надлишку повітря за даними аналізу продуктів згоряння.
30. Визначення кількості продуктів згоряння при дійсному згорянні твердого та рідкого палива.
31. Визначення кількості продуктів згоряння при дійсному згорянні газоподібного палива.
32. Визначення об'єму продуктів згоряння при одночасному спалюванні різних видів палива.
33. Теплоємність продуктів повного згоряння при стехіометричних умовах.
34. Теплоємність реальних продуктів згоряння.
35. Теплоємність палива.
36. Жаропродуктивність палива.
37. Калориметрична температура горіння палива.
38. Теоретична температура горіння палива.
39. Розрахункова температура горіння палива.

Перелік тем рефератів до курсу «Паливо та паливopідготовка»

1. Торф.
2. Буре вугілля.
3. Горючі сланці.
4. Бітумінозні пісковики.
5. Кам'яне вугілля.
6. Антрацити.
7. Паливні брикети.
8. Нафта.
9. Технології видобування нафти.
10. Технології переробки нафти.
11. Стан та перспектива нафтодобувної промисловості України.
12. Бензини.
13. Дизельні, моторні та газоподібні палива.
14. Мазути.
15. Водопаливні емульсії.
16. Водовугільні палива.
17. Метанол, етанол.
18. Біопаливо.
19. Палива на основі рослинних олій (біодизелі).

20. Палива з відходів полімерних матеріалів.
21. Природний газ.
22. Стан та перспективи промисловості України.
23. Генераторні гази.
24. Супутні гази та зріджені гази.
25. Гази підземної газифікації вугілля.
26. Водень.
27. Біогаз.
28. Звалищний газ.

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

Матеріальне забезпечення: проектор, екран. Інформаційне забезпечення: платформа ZOOM, засоби дистанційної комунікації *Telegram*, *Viber*, пакет програмного забезпечення Microsoft Office, роздатковий матеріал, наукова-технічна бібліотека НУК ім. адм. Макарова.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Сніжко С.В., Великих К.О. (За ред. Сніжка С.В.). Менеджмент у паливноенергетичному комплексі: навч. посібник / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 344 с.
2. Горбов В.М. Енергетичні палива[Текст]: Навчальний посібник.– Миколаїв: УДМТУ, 2004.– 325 с.
3. Кустовский А.Д. Альтернативні палива [Текст] : підруч. для студентів ВНЗ /А. Д. Кутовська, С. В. Іванов, Є. О. Бережний ; Нац. авіац. ун-т. – Київ : НАУ, 2014. – 623 с.
4. Моторні палива з альтернативної сировини[Текст] : навч. посіб. / М. М. Братичак, Л. В. Баб'як ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львівська політехніка".

Допоміжна література

1. Горбов В.М., Подгуренко В.С. Навчально-методичний посібник з дисципліни “Паливо та паливopідготовка”. – Миколаїв: НУК, 2005. – 108 с.
2. Мисак Й.С., Гнатишин Я.М., Івасик Я.Ф. Паливні пристрої для спалювання низькосортних палив.-Львів, 2002.
3. Костюк О. П. Паливо та обладнання для його спалювання: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2011. -121с.
4. Пономаренко С.М. Основи фізики горіння: навчальний посібник /С. М. Пономаренко.–К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 85 с. – Бібліогр.: с. 85.
5. [Текст] Навч. посіб. / Л.Л.Товажнянський, Б.О.Левченко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 400 с.
6. J. Warnatz U., Maas R.W., Dibble Combustion Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006, 388 p.