

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ ТА
СУДНОВИХ ПАРОВИРОБНИХ УСТАНОВОК



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори

Fire Boxes and Boiler Systems of Thermal Power Plants and Enterprises, Nuclear Reactors and Steam Generators

галузь знань 14 «Електрична інженерія»
спеціальність 144 «Теплоенергетика»
освітня програма «Теплоенергетика»
рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
тип дисципліни обов'язкова
мова(и) викладання українська

Миколаїв 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 144 «Теплоенергетика», освітня програма «Теплоенергетика»

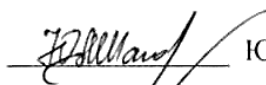
Розробник: Спіфанов Олександр Анатолійович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри Технічної теплофізики та суднових паровиробних установок.

29 травня 2024 року. 20 с.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Теплоенергетика» Шаповалов Юрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики.

Гарант освітньої програми



Юрій Шаповалов

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» розглянуто на засіданні кафедри Технічної теплофізики та суднових паровиробних установок

Протокол № 9 від «29» травня 2024 р.

Завідувач кафедри



Борис Димо

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 3 від «10» червня 2024 р.

Голова



Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» погоджено з навчальним відділом

Начальник навчального
відділу



Андрій Лабарткава

Робоча програма навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «26» червня 2024 р.

Голова НМР НУК



Сергій Слободян

ЗМІСТ

Вступ	4
1.Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Засоби навчання	16
10.Рекомендовані джерела інформації	17
Додаток	18

ВСТУП

Анотація

Проектування та експлуатація котельних установок теплових електростанцій та промислових підприємств, ядерних реакторів та парогенераторів атомних електростанцій, ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів, захист навколишнього середовища при експлуатації котельних установок пов'язані з засвоєнням студентами спеціальності 144 «Теплоенергетика» дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори».

Дисципліна «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» є обов'язковою дисципліною підготовки бакалаврів спеціальності 144 «Теплоенергетика» відповідно до освітньо-професійної програми «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія».

Ключові слова: паливо; топка; котельна установка; котел; ядерний реактор; парогенератор.

Abstract

Design and operation of boiler plants of thermal power plants and industrial enterprises, nuclear reactors and steam generators of nuclear power plants, efficient use of fuel and energy resources, environmental protection in the operation of boiler plants are associated with the mastering of students majoring in specialty 144 «Heat power engineering» of the discipline «Fire boxes and boiler systems of thermal power plants and enterprises, nuclear reactors and steam generators».

Discipline «Fire boxes and boiler systems of thermal power plants and enterprises, nuclear reactors and steam generators» is a mandatory discipline for the bachelor of specialty 144 «Heat power engineering» in accordance with the educational-professional program «Heat power engineering» in the field of knowledge 14 «Electrical engineering».

Key words: fire boxes; boiler systems; thermal power plants and enterprises, nuclear reactor; steam generator.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання (ДФН)	Заочна форма навчання (ЗФН)
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Обов’язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		3-й	3-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету T72614	спеціальність 144 «Теплоенергетика» Освітня програма: «Теплоенергетика»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: курсовий проект		6-й	6-й
Загальна кількість годин – 210		Лекції	
		45 год.	28 год.
		Практичні	
		15 год.	10 год.
		Лабораторні	
15 год.		10 год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5; самостійної роботи студента – 9	Освітній рівень: перший(бакалаврський)	Самостійна робота	
		135 год.	162 год.
		Індивідуальне завдання: 90 год.	
		Вид контролю: захист курсового проекту, екзамен	
		Форма контролю: письмова	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ІК. 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. (Ability to apply knowledge in practical situations).

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання. (Ability to design and operate thermal power equipment).

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. / Ability to identify, investigate and solve problems in the field of thermal energy, as well as identify constraints, including related to engineering aspects and issues of nature protection, sustainable development, health, safety and risk assessments in the thermal energy industry

ФК9. 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. (The ability to develop plans and projects for ensuring a specific goal achievement, taking into account all aspects of the problem solution, including production, operation, maintenance and disposal of thermal power equipment).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення курсу є викладання студентам дисциплін:

1. Іноземна мова.
2. Вища математика.
3. Фізика.
4. Хімія.
5. Опір матеріалів.
6. Основи інформаційних технологій та програмування.
7. Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка.
8. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів.
9. Технічна термодинаміка.
10. Тепломасообмін.
11. Теплотехнічні вимірювання та прилади.
12. Електротехніка та електроніка.

4. Очікувані результати навчання

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

ПРН 4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики. (To analyze and use modern engineering technologies, processes, systems and equipment in the field of heat energy).

ПРН 6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень. To identify, formulate and solve engineering tasks in thermal

energy; understand the importance of non-technical (societal, health and safety, environmental, economic and industrial) constraints.

ПРН 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. (To develop and design complex products in the thermal energy industry, processes and systems that satisfy established requirements, which may include awareness of technical and non-technical (society, health and safety, environment, economy and industry) aspects).

ПРН 11. Мати лабораторні / технічні навички, планувати і виконувати експериментальні дослідження в теплоенергетиці за допомогою сучасних методик і обладнання, оцінювати точність і надійність результатів, робити обґрунтовані висновки. (To have laboratory / technical skills, plan and perform experimental research in thermal energy using modern methods and equipment, evaluate the accuracy and reliability of the results, draw reasonable conclusions).

ПРН 14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації. (To have the skills for solution of complex problems and practical problems involving the implementation of engineering projects and conducting research in accordance with specialization).

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальна характеристика котельної установки. Горіння палива та ефективність його використання. Топки та пальники

Будова котлів. Елементи теорії горіння палива. Матеріальний баланс робочих речовин у котлі. Тепловий та ексергетичний баланси котла

Лекція 1. Загальна характеристика котельної установки. Характеристики та будова котлів. Мета та задачі навчальної дисципліни. Призначення котельних установок, їх класифікація та склад. Загальна схема котельної установки та її елементи. Показники роботи котельних установок. Характеристики та будова котлів.

Література: [1] с. 7–15, с; [2] с. 204 –227.

Лекція 2. Елементи теорії горіння палива. Фізико-хімічні основи процесу горіння. Гомогенне та гетерогенне горіння. Кінетичний та дифузійний принципи спалювання палива. Швидкість реакції горіння. Ланцюгові реакції горіння. Механізм горіння частинки твердого та краплинки рідкого палива. Розповсюдження полум'я. Роль аеродинамічних факторів при дифузійному горінні.

Література: [2] с. 182–200.

Лекція 3. Матеріальний баланс робочих речовин у котлі. Джерела енергії для котельних установок. Матеріальний баланс процесу горіння палива. Розрахунок кількості повітря для горіння. Коефіцієнт надлишку повітря. Склад і кількість продуктів згоряння. Ентальпія продуктів згоряння. Матеріальний баланс середовища, що нагрівається.

Література: [2] с. 200 – 204; [3] с. 18 – 30.

Лекція 4. Тепловий та ексергетичний баланси котла. Загальне рівняння теплового балансу котла. Корисно використана теплота, витрата палива и коефіцієнт корисної дії (ККД) котла (брутто і нетто). Втрати теплоти з відхідними газами. Втрати теплоти від хімічної та механічної неповноти згоряння. Втрати теплоти від зовнішнього охолодження. Втрата теплоти з фізичною теплотою шлаків, з охолодними панелями, балками та іншими конструкціями. Втрата теплоти від неусталеного теплового стану котла. Залежність ККД від навантаження. Ексергетичний баланс котла.

Література: [1] с. 16–20; [2] с. 228– 233; [3] с. 30 – 40.

Тема 2. Топки та пальники для спалювання газу, рідкого та твердого палив.

Пилоприготування. Паливне хазяйство котельні

Лекція 5. Способи спалювання палива. Паливне хазяйство котельних установок.

Класифікація топкових пристроїв. Спалювання в щільному фільтруючому шарі. Процес у киплячому шарі. Факельний прямотечійний процес. Вихровий (циклонний) процес. Показники роботи топкових пристроїв. Паливне хазяйство котельних установок.

Література: [1] с.20–30; [2] с. 216– 222.

Лекція 6. Спалювання газоподібного палива. Організація спалювання газоподібного палива. Класифікація та конструкції пальників для газоподібного палива. Особливості спалювання газоподібного палива з високою та низькою теплотою згоряння. Спалювання газу разом з іншими видами палива. Питання експлуатації газових топок. Розрахунок газових пальників і топок.

Література: [1] с.20–30; [2] с. 216– 222.

Лекція 7. Спалювання рідкого палива. Особливості горіння рідкого палива. Організація спалювання рідкого палива. Схеми розпилювання рідкого палива. Класифікація, конструкції, характеристики та принцип дії форсунок. Повітряні реєстри. Топки для спалювання рідкого палива. Газомазутні передтопки. Зниження концентрації NOx.

Література: [1] с.20–30; [2] с. 216– 222.

Лекція 8. Спалювання твердого палива у шарі. Класифікація шарових топок. Характеристики процесу горіння твердого палива у щільному шарі. Конструкції шарових топок з нерухомою решіткою. Конструкції шарових топок з рухомою решіткою. Секційне дуття. Гостре дуття. Конструкції закидачів палива. Системи повернення виносу. Топки з киплячим шаром.

Література: [1] с.20–30; [2] с. 216– 222.

Лекція 9. Пилоприготування. Спалювання вугільного пилу. Особливості горіння вугільного пилу. Технологічна схема пилоприготування. Фізичні властивості вугільного пилу. Схеми систем пилоприготування. Сушка палива. Розмелювання палива. Вибір млинового пристрою та системи пилоприготування. Пиловугільні пальники та їх розміщення на стінках топки. Топки з твердим та рідким шлаковидаленням. Циклонні та вихрові топки.

Література: [1] с.20–30; [2] с. 216– 222.

Змістовий модуль 2. Теплообмін в котлах. Аеродинаміка та гідродинаміка котла.

Водний режим. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення.

Тема 3. Теплообмін в котлах. Аеродинаміка та гідродинаміка котла. Водний режим

Лекція 10. Теплообмін у топці. Фізична модель теплообміну у топці. Рівняння теплообміну у топці. Розрахунок теплообміну у однокамерній топці. Розрахунок теплообміну у двокамерній топці. Позонний тепловий розрахунок топкової камери. Розрахунок топок з киплячим шаром.

Література: [1] с.43–46; [3] с. 40 – 57.

Лекція 11. Теплообмін у конвективних поверхнях нагріву. Рівняння теплопередачі та теплового балансу. Коефіцієнт теплопередачі. Визначення коефіцієнтів тепловіддачі конвекцією та випромінюванням. Температурний напір. Інтенсифікація конвективного теплообміну. Методика теплового розрахунку котельного агрегату.

Література: [1] с.43–46; [3] с. 57 – 79.

Лекція 12. Аеродинаміка та гідродинаміка котла. Тяга та дуття. Системи газоповітряного тракту. Визначення аеродинамічних опорів. Аеродинаміка димової труби. Вибір вентилятора і димососа. Фізична сутність природної циркуляції та основи її розрахунку. Забезпечення надійності природної циркуляції. Гідродинаміка паралельно включених труб з примусовою циркуляцією.

Література: [1] с.46–49; [2] с. 245–248.

Лекція 13. Водний режим. Утворення накипу. Фізико-хімічні характеристики води. Видалення механічних та колоїдних домішок. Вимоги до якості живильної та котлової води. Пом'якшення і деаерація води. Продувка котлів. Сепарація пари. Ступінчасте випаровування.
Література: [1] с. 49–75.

Тема 4. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення

Лекція 14. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Умови роботи металу котла. Розрахунок на міцність елементів котла. Абразивний знос. Корозія металу елементів котла. Забруднення поверхонь нагріву. Очищення зовнішніх поверхонь нагріву.

Література: [1] с. 87–98.

Лекція 15. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення. Експлуатація котельних установок. Вміст шкідливих домішок у продуктах згоряння. Класифікація способів очищення газів від твердих частинок. Механічні сухі золоуловлювачі. Мокрі золоуловлювачі. Електрофільтри. Тканинні фільтри. Очищення від оксидів сірки та азоту. Вихід і характеристики шлаку і золи. Шлакозоловидалення.

Література: [1] с. 91–94; [2] с. 238–248.

Змістовий модуль 3. Ядерні реактори та парогенератори АЕС

Тема 5. Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерний реактор. Фізичні процеси в активній зоні реактора. Устрій ядерних реакторів та їх класифікація

Лекція 16. Фізичні основи ядерної енергетики. Будова атомів атомних ядер та їх стійкість. Радіоактивність. Ядерні реакції. Сповільнення і дифузія нейтронів.

Література: [4] с. 16–43.

Лекція 17. Ядерний реактор. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження і нейтронний цикл в реакторі на теплових нейтронах. Особливості процесу розмноження в гомогенном та гетерогенном реакторах. Залежність коефіцієнта розмноження від збагачення ядерного палива. Критичні параметри, розміри і густина потоку нейтронів в реакторі без відбивача. Коефіцієнт нерівномірності розподілу густини потоку нейтронів і тепловиділення в активній зоні реактора без відбивача. Вирівнювання тепловиділення по активній зоні. Теплова потужність реактора. Середня густина потоку нейтронів. Фізичні основи керування ланцюговою реакцією поділу.

Література: [4] с. 43–77.

Лекція 18. Фізичні процеси в активній зоні реактора. Вигорання ядерного палива. Відтворення ядерного палива. Отруєння і шлакування реактора. Температурні ефекти. Кампанія реактора. Складові запасу реактивності реактора. Керування і контроль ядерним реактором. Відведення теплоти з активної зони.

Література: [4] с. 43–77; 138–157.

Лекція 19. Устрій ядерних реакторів та їх класифікація. Принципова схема ядерного енергетичного реактора. Класифікація ядерних реакторів. Тепловидільні елементи, складання і касети реакторів.

Література: [4] с. 43–77.

Тема 6. Типи ядерних енергетичних установок та їх обладнання. Парогенератори АЕС. Безпека ЯЕУ.

Лекція 20. Особливості ЯЕУ та їх класифікація. Особливості ядерних енергетичних установок (ЯЕУ). Технологічні схеми ЯЕУ з різними типами реакторів. Основні напрямки розвитку ЯЕУ. Вибір параметрів теплоносія і робочого тіла в ЯЕУ. Режим роботи і регулювання потужності ЯЕУ.

Література: [4] с. 77–134.

Лекція 21. Технологічні схеми енергоблоків атомних електростанцій (АЕС) та їх обладнання. Парогенератори АЕС. АЕС з водо-водяними енергетичними реакторами (ВВЕР) з водою під тиском. Особливості конструкцій реакторів ВВЕР-440 та ВВЕР-1000. Парогенератори ядерних паровиробних установок (ЯПВУ) з реакторами ВВЕР. Головні циркуляційні насоси ЯПВУ з реакторами ВВЕР. Основні допоміжні системи ЯПВУ з реакторами ВВЕР. АЕС з водо-графітовими канальними киплячими енергетичними реакторами великої потужності типу РВПК. Використання ЯЕУ для теплофікації. АЕС з газоохолоджуваними енергетичними реакторами. АЕС з реакторами на швидких нейтронах.

Література: [4] с. 77 – 134; 357 – 270.

Лекція 22. Безпека ЯЕУ. Проблема безпеки ЯЕУ. Основи радіаційного захисту від іонізуючого випромінювання в ЯЕУ та на АЕС. Основні поняття і одиниці фізичних величин. Біологічна дія іонізуючих випромінювань. Основні принципи та норми радіаційної безпеки. Контроль радіаційної безпеки ЯЕУ. Системи безпеки та захисту ЯЕУ. Система аварійного розхолодження реактора. Система локалізації аварії.

Література: [4] с. 157 – 228.

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	6	7	8	9	10	11
Модуль 1 (М1)										
Змістовий модуль 1. Загальна характеристика котельної установки. Горіння палива та ефективність його використання. Топки та пальники										
Тема 1. Загальна характеристика котельної установки. Характеристики та конструкції котлів. Елементи теорії горіння палива. Матеріальний баланс робочих речовин. Тепловий та ексергетичний баланси котла.	21	8	2	4	7	21	4	2	2	13
Тема 2. Топки та пальники для спалювання газу, рідкого та твердого палив. Пило-приготування. Паливне хазайство котельні	24	10	4	2	8	24	6	2	2	14
Разом за змістовим модулем 1	45	18	6	6	15	45	10	4	4	27
Змістовий модуль 2. Теплообмін в котлах. Аеродинаміка та гідродинаміка котла. Водний режим. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення										
Тема 3. Теплообмін в котлах. Аеродинаміка та гідродинаміка котла. Водний режим.	22	8	3	2	9	22	6	2	2	12
Тема 4. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення.	23	4	2	7	10	23	4	2	4	13
Разом за змістовим модулем 2	45	12	5	9	19	45	10	4	6	25
Змістовий модуль 3. Ядерні реактори та парогенератори АЕС										
Тема 5. Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерний реактор. Фізичні процеси в активній зоні реактора. Устрій ядерних реакторів та їх класифікація.	16	8	2	–	6	16	4	1	–	11
Тема 6. Типи ЯЕУ та їх обладнання. Парогенератори АЕС. Безпека ЯЕУ.	14	7	2	–	5	14	4	1	–	9
Разом за змістовим модулем 3	30	15	4	–	11	30	8	2	–	20
Усього годин за М1	120	45	15	15	45	120	28	10	10	72
Модуль 2 (М2)										
ІНДЗ – Курсовий проект	90	–	–	–	90	90	–	–	–	90
Разом за курсом (М1+М2)	210	45	15	15	135	210	28	10	10	162

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Тема 1. Загальна характеристика котельної установки. Характеристики та конструкції котлів. Елементи теорії горіння палива. Матеріальний баланс робочих речовин. Тепловий та ексергетичний баланси котла.	3	2
2	Тема 2. Топки та пальники для спалювання газу, рідкого та твердого палив. Пилоприготування. Паливне хазяйство котельні	3	2
3	Тема 3. Теплообмін в котлах. Аеродинаміка та гідродинаміка котла. Водний режим.	3	2
4	Тема 4. Метал і міцність елементів котла. Абразивний знос, корозія, забруднення і очищення поверхонь нагріву. Очищення димових газів. Шлакозоловидалення.	2	1
5	Тема 5. Фізичні основи ядерної енергетики. Ядерний реактор. Фізичні процеси в активній зоні реактора. Устрій ядерних реакторів та їх класифікація.	2	2
6	Тема 6. Типи ЯЕУ та їх обладнання. Парогенератори АЕС. Безпека ЯЕУ.	2	1
Разом		15	10

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	<i>Лабор. робота 1.</i> Вимірювання температури спалаху палива.	2	1
2	<i>Лабор. робота 2.</i> Визначення залежності в'язкості палива від температури.	2	1
3	<i>Лабор. робота 3.</i> Дослідження процесів розпилювання і сумішоутворення палива і повітря.	2	2
4	<i>Лабор. робота 4.</i> Знесолювання води і визначення основних показників якості води.	2	2
5	<i>Лабор. робота 5.</i> Теплотехнічні випробування котла. Визначення коефіцієнта надлишку повітря, вологості пари, теплових втрат в навколишнє середовище, теплосприйняття пароутворюючих поверхонь нагріву.	4	2
6	<i>Лабор. робота 6.</i> Обробка результатів теплотехнічних випробувань котла. Визначення характеристик котла і складання теплового балансу.	3	2
Разом		15	10

Самостійна робота

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	6	10
2	Підготовка до лабораторних робіт	12 (6 х 2 год.)	18 (6 х 3 год.)
3	Підготовка до практичних занять	12 (6 х 2 год.)	12 (6 х 2 год.)
4	Виконання контрольної роботи	—	15
5	Підготовка до поточного модульного контролю (ПМК)	10	—
6	Підготовка до екзамену	5	17
7	Виконання курсового проекту	90	90
	Разом	135	162

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Індивідуальним завданням для студентів денної та заочної форм навчання є курсовий проект на тему «Тепловий розрахунок котельного агрегату», який складається з розрахунково-пояснювальної записки на 30...35 с. та графічної частини з одного аркушу (формат А1). Пояснювальна записка та графічна частини курсового проекту виконуються згідно з вимогами ЄСКД й іншими нормативними документами.

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

Методи навчання: робота з літературою; пояснення; демонстрування; лекція; бесіда; ілюстрування; відеометод; лабораторна робота; інструктаж; фронтальне опитування.

Засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування: усні відповіді; контрольні роботи; екзамен; розрахунково-графічна робота; завдання на лабораторному обладнанні, реальних об'єктах тощо.

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 іспиту. 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 і практичних робіт, виконання контрольних робіт поточного модульного контролю за матеріалами 1-го, 2-го та 3-го змістових модулів для студентів денної форми навчання; виконання та захист лабораторних і практичних робіт та контрольної роботи для студентів заочної форми навчання).

Студенти денної та заочної форми навчання складають заключний іспит. Питома вага іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**.

Право здавати заключний іспит дається студенту, який з кожного виду поточного контролю набирає не менше 60 % від максимальної кількості балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

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

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
2	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та невеликі помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
3	Студент самостійно виконав практичну роботу та добре володіє матеріалом відповідно до теми практичного заняття.
2	Практичну роботу виконано в основному вірно, студент має уявлення про базовий матеріал відповідно до теми практичного заняття.
1	Практична робота виконана з суттєвими помилками, студент має уявлення про базовий матеріал відповідно до теми практичного заняття.
0	Робота не виконувалася.

Поточний модульний контроль у формі письмової контрольної роботи (для денної форми)

Поточний модульний контроль передбачає виконання трьох письмових контрольних робіт за матеріалами 1-го, 2-го та 3-го змістових модулів. Кожна контрольна робота включає два питання. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 4 бали.

Письмова відповідь (1 питання – 4 бали)

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

Контрольна робота (для заочної форми)

Контрольна робота передбачає письмову відповідь на шість питань за матеріалами 1-го, 2-го та 3-го змістових модулів. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 4 бали.

Письмова відповідь (1 питання – 4 бали)

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

Поточний контроль (максимальна кількість балів)

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання та захист практичних робіт	6х3 бали = 18 балів	6х3 бали = 18 балів
Виконання та захист лабораторних робіт	6х3 бали = 18 балів	6х3 бали = 18 балів
Поточний модульний контроль	3МКР×8 балів = 24 бали	–
Виконання контрольних робіт	–	1КР×24бали=24 бали
Всього	60	60

Підсумковий контроль у формі письмового екзамену

Підсумковий контроль складається з письмової відповіді на 4 контрольних питання. Максимальна кількість балів, яку набирає студент за відповідь на одне питання – 10 балів.

Письмова відповідь (1 питання – 10 балів)

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

Критерії оцінювання виконання та захисту курсового проекту

Максимальна кількість балів, яку набирає студент, 100 балів.

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання
Пояснювальна записка	36...40	Зміст записки відповідає завданню; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини обґрунтовані та вибрані правильно; розрахунки не містять помилок; наявні посилання на використану літературу; оформлення записки відповідає стандарту. Проект виконувався систематично та вчасно поданий на перевірку керівнику.
	30...35	Зміст записки відповідає завданню; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини вибрані правильно, але не завжди обґрунтовані; розрахунки містять незначну кількість дрібних помилок; наявні посилання на використану літературу; оформлення записки відповідає стандарту. Проект виконувався систематично та вчасно поданий на перевірку керівнику.
	24...29	Зміст записки відповідає завданню; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини вибрані правильно, але відсутнє їх обґрунтування; розрахунки містять значну кількість дрібних помилок; відсутні посилання на використану літературу; оформлення записки не відповідає стандарту. Проект виконувався не систематично та поданий на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту.
	5...23	Зміст записки відповідає завданню; початкові дані, розрахункові формули та необхідні величини не завжди вибрані правильно; розрахунки містять значну кількість грубих помилок; відсутні посилання на використану літературу; оформлення записки не відповідає стандарту. Проект виконувався не систематично та поданий на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проекту та потребує значного допрацювання.
	0	Проект не виконувався або зміст записки не відповідає завданню та потребує повторного виконання.
Графічна частина	18...20	Креслення відповідає завданню, виконано акуратно у відповідності до вимог ЄСКД, несе повну інформацію про конструкцію котла та вчасно подано на перевірку керівнику.
	15..17	Креслення відповідає завданню, виконано акуратно, але з незначними відхиленнями від вимог ЄСКД, несе повну інформацію про конструкцію котла та вчасно подано на перевірку керівнику.
	12..14	Креслення відповідає завданню, але виконано неакуратно та зі значними відхиленнями від вимог ЄСКД, несе повну інформацію про конструкцію котла та подано на перевірку керівнику з порушенням плану виконання.
	5...11	Креслення відповідає завданню, але виконано неакуратно та зі значними відхиленнями від вимог ЄСКД, не несе повну інформацію про конструкцію котла, подано на перевірку керівнику з порушенням плану виконання та потребує значного допрацювання.
	0	Проект не виконувався або креслення не відповідає

		завданню та потребує повторного виконання.
Захист проекту	36...40	Студент чітко та стисло викладає мету та основні результати проекту, показує глибокі знання з теоретичного матеріалу, вміло використовує графічний матеріал, впевнено і докладно відповідає на усі поставлені запитання.
	30...35	Студент чітко та стисло викладає мету та основні результати проекту, показує добрі знання з теоретичного матеріалу, вміло використовує графічний матеріал, дає правильні відповіді на переважну кількість запитань, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
	24...29	Студент впевнено викладає мету та основні результати проекту, показує задовільні знання з теоретичного матеріалу, використовує графічний матеріал, дає правильні відповіді на більшість запитань, але допускає неточності у відповідях на запитання.
	5...23	Студент невпевнено викладає мету та основні результати проекту, показує незадовільні знання з теоретичного матеріалу, допускає суттєві неточності у відповідях на запитання та має підготуватися до повторного захисту.
	0	Проект не виконувався.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1	Прак. робота № 1	3	Прак. робота № 1	3
		Лабор. робота № 1	3	Лабор. робота № 1	3
		Лабор. робота № 2	3	Лабор. робота № 2	3
	Т2	Лабор. робота № 3	3	Лабор. робота № 3	3
		Прак. робота № 2	3	Прак. робота № 2	3
ПМК		МКР № 1	8	—	
ЗМ 2	Т3	Прак. робота № 3	3	Прак. робота № 3	3
		Лабор. робота №4	3	Лабор. робота №4	3
	Т4	Лабор. робота №5	3	Лабор. робота №5	3
		Лабор. робота №6	3	Лабор. робота №6	3
		Прак. робота № 4	3	Прак. робота № 4	3
ПМК		МКР № 2	8	—	
ЗМ 3	Т5	Прак. робота № 5	3	Прак. робота № 5	3
	Т6	Прак. робота № 6	3	Прак. робота № 6	3
ПМК		МКР № 3	8	—	
—		—	—	Контрольна робота	24
Підсумковий контроль		Екзамен	40	Екзамен	40
Сума			100		100

Критерії оцінювання виконання курсового проекту

Пояснювальна записка	Ілюстративна (графічна) частина	Захист курсового проекту	Сума
до 40	до 20	до 40	100

9. Засоби навчання

Діюча модель суднового котла типу КВВА1,5/5; макети суднових котлів; лабораторне обладнання; графічні засоби (креслення, схеми, плакати); технічні засоби (кінофільми, відеозаписи); прилади (вимірювальні); відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура; комп'ютери та мережа; програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, розрахунків та створення комп'ютерної графіки); нормативні документи; приклади проектних розрахунків реальних котлів; правила експлуатації суднових технічних засобів. Лекційні та практичні заняття проводяться на кафедрі технічної теплофізики та суднових паровиробних установок НУК в кабінеті котлів, а лабораторні – в лабораторії суднових котлів.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Конспект лекцій з дисципліни «Котельні установки промислових підприємств» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 144 – Теплоенергетика очної та заочної форм навчання / Укл. Глущенко О.Л., – Кам'янське: ДДТУ, 2019 – 103 с.
2. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. Теплотехніка: Підручник. – Київ: «Інкос», 2005. – 504с.
3. Спіфанов О.А. Тепловий розрахунок котельних агрегатів малої потужності: Навчальний посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 152 с.
4. Топольницький М.В. Атомні електричні станції: Підручник для ВУЗів.-Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка” 2003.- 562 с. :іл.
5. Методичні вказівки для проведення практичних занять і контрольні завдання за курсами «Котельні установки», «Проектування сучасних котлів та котелень» для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» усіх форм навчання/ уклад.: М. О. Тарасенко, О. М. Тарасенко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 24 с.
6. Теплотехнічні випробування суднового парового котла. Лабораторний практикум з дисципліни «Суднові котли і атомні реактори»: Навчальний посібник / В.В. Єршов, Б.В. Димо, О.А. Спіфанов, В.І. Пилипчак, Ю.О. Половець. - Миколаїв: НУК, 2009. – 88 с.

Допоміжна література

7. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Маляренко В. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 232 с.: іл.
8. Теплообмінне обладнання АЕС. Парогенератори АЕС Конспект лекцій для студентів спеціальності 143 “Атомна енергетика”. - Одеса: ОНПУ, 2019. - 87 с
9. Реактори і парогенератори енергоблоків АЕС: схеми, процеси, матеріали, конструкції, моделі / О. В. Єфімов, М. М. Пилипенко, Т. В. Потаніна та ін. ; за ред. О.В. Єфімова. – Харків : ТОВ «В справі», 2017. – 420 с.
10. Варламов Г. Б., Любчик Г. М., Маляренко В. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 232 с.: іл.
11. Маляренко В.А. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання Х: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл. ISBN 978-966-2918-54-0.

12. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Малярєнко, О. Л. Шубєнко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сєнєцький / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бєкетова, Ін-т проблем машинобуд. ім. А. М. Підгорного. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бєкетова, 2018. – 454 с.
13. Горобець В.Г. Г 67 Теплоенергетичні установки і системи: [Навчальний посібник] Горобець В.Г. – К.: ЦП «Компринт», 2018. – 380 с.
14. ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ. КОТЕЛЬНІ ДБН В.2.5-77:2014. Київ: Мінрегіон України, 2014. – 61 с.
15. Енергозбереження в технологічних установках. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності 7.000008, 7.000008 “Енергетичний менеджмент” (денної і заочної форм навчання) / Укл.: Ю.Г. Качан, А.Г. Лохматов – Запоріжжя, 2010. – 118 с.

Інформаційні ресурси в інтернет

16. ПАТ Монастирищенський машинобудівний завод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mmzavod.com.ua>.
17. Державне підприємство Зоря-Машпроект [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mashproekt.nikolaev.ua>.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Разом		

[illegible]

Завідувач кафедри Борис Димо

Гарант освітньої програми «Топки та котельні установки теплових електричних станцій і промислових підприємств, ядерні реактори та парогенератори» Шаповалов Юрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики.

20