

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

С.О. Слободян

» _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕПЛОВІ ТА АТОМНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ І УСТАНОВКИ»

PROGRAM OF THE DISCIPLINE

«THERMAL AND NUCLEAR POWER PLANTS AND INSTALLATIONS»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Тип дисципліни: обов'язкова

Мова викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» є однією із складових комплексної підготовки фахівців першого бакалаврського рівня вищої освіти галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

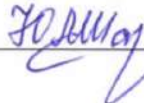
« 10 » 05 2024 р – 25с.

Розробники: Бондаренко М.С. доцент кафедри Е СЕУ та ТЕ,

Єлеонська О.С., методист МННІ, викладач кафедри Е СЕУ та ТЕ

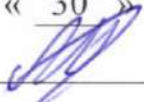
Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент  Юрій ШАПОВАЛОВ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» розглянуто на засіданні кафедри ЕСЕУ та ТЕ

Протокол № 12 від « 30 » 05 2024 р.

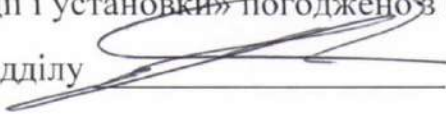
Завідувач кафедри  Богдан ЛИЧКО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» розглянуто Навчально-методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту

Протокол № 3 від « 10 » 06 2024 р.

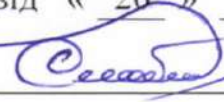
Голова  Сергій СЕРБІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції і установки» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 26 » 06 2024 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни.....	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	14
7. Форми поточного та підсумкового контролю	15
8. Критерії оцінювання результатів навчання	17
9. Засоби навчання.....	18
10. Рекомендована література.....	19
Додаток 1. Контрольні задачі.....	21
Додаток 2. Перелік екзаменаційних питань.....	24

ВСТУП

Анотація

Дисципліна «Теплові та атомні електростанції і установки» є однією з профільюючих дисциплін, що завершують підготовку бакалаврів галузі знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю G4.02 «Теплоенергетика». Тут особлива увага приділяється аналізу теплових схем та фізичних процесів, що протікають в основних елементах електростанцій, обладнаних паротурбінними установками на органічному та ядерному паливах, газотурбінними установками та двигунами внутрішнього згоряння.

Ключові слова: склад теплових схем, цикли паротурбінних електростанцій на органічному та ядерному паливі, цикли газотурбінні електростанції, обґрунтування параметрів, укрупнені теплові розрахунки.

Abstract

The discipline “thermal and nuclear power plants and installations” is one of the core disciplines that complete the training of bachelors in the field of knowledge: G «Engineering, production, and construction», specialty G4.02 «Thermal power engineering». Particular attention is paid to the analysis of thermal diagrams and physical processes occurring in the main elements of power plants equipped with steam turbine units running on organic and nuclear fuels, gas turbine units, and internal combustion engines.

Keywords: composition of thermal diagrams, cycles of steam turbine power plants using organic and nuclear fuel, cycles of gas turbine power plants, justification of parameters, simplified thermal calculations.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Форма навчання	
		денна	заочна
Кількість кредитів – 5 Змістових модулів – 2	Галузь знань: 14 Електрична інженерія Спеціальність: 144 Теплоенергетика Спеціалізація 144 «Теплоенергетика» Освітня програма «Теплоенергетика» Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Обов'язкова	
		Рік підготовки – 4-й	
		Семестр	
8-й		8-й	
Лекції, год.			
30		12	
Практичні заняття, год.			
15		6	
Лабораторні роботи			
15		6	
Самостійна робота, год.			
90		126	
Вид контролю:			
екзамен		екзамен	
Форма контролю: письмова/тестування			
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0; самостійної роботи студента – 6.			

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Теплові та атомні електростанції і установки» є однією із профільюючих дисциплін, що завершують підготовку бакалаврів зі спеціальності «Теплоенергетика», являється базовою дисципліною при вивченні магістрами за освітньою програмою «Теплоенергетика» курсу «Проектування теплоенергетичних установок». Тут вивчаються питання комплектації теплових схем різнотипних електростанцій на органічному та ядерному паливах, виконується аналіз впливу параметрів робочих циклів на протікання фізичних процесів у основному енергетичному обладнанні; розглядаються питання складання укрупнених матеріальних та теплових балансів установок, аналізу техніко-економічних показників та інше.

Метою вивчення дисципліни є одержання студентом систематизованих знань по технічним характеристикам основного обладнання теплових та атомних електростанцій, формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми наступних компетентностей.

ЗК4 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК3 Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

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.

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.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Базою для вивчення цієї дисципліни є знання, отримані студентами з таких дисциплін, як: «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін», «Паливо та паливо-підготовка», «Нагнітачі та теплові двигуни», «Енергетичні ядерні реактори», «Системи розподілу енергоносіїв та їх мережі», «Теплотехнічні вимірювання та прилади», «Теплотехнологічні процеси та установки», «Топки та котельні установки ТЕС і промислових підприємств, парогенератори АЕС».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

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

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

ПРН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН7. 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.

ПРН12 Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН13 Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

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

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
	Усьо- го	У тому числі				Усьо- го	У тому числі			
		лек	ПЗ	ЛР	СР		лек	ПЗ	ЛР	СР
Змістовий модуль 1. Склад, параметри робочих циклів і характеристики основного обладнання теплових ЕС										
Тема 1.1. Призначення, класифікація, склад і характеристики основного обладнання ЕС. Аналіз фізичних процесів, що протікають в устаткуванні	42	10	6	6	20	34	2	2		30
Тема 1.2. Заходи, що впливають на теплову економічність, надійність та працездатність установок	30	6	2	2	20	32	2			30
Тема 1.3. Аналіз складу принципових теплових схем електростанцій.	18	4	2	2	10	24	2		3	19
Разом за ЗМ 1	90	20	10	10	50	90	6	2	3	79
Змістовий модуль 2. Аналіз техніко-економічних та екологічних показників роботи теплових ЕС										
Тема 2.1. Матеріальні та теплові баланси ТЕС та АЕС	28	4	2	2	20	24	2	2		20
Тема 2.2. Генеральний план ТЕС та АЕС. Вплив роботи ЕС на навколишнє середовище	15	3		2	10	14	2			12
Тема 2.3. Визначення техніко-економічних показників роботи ТЕС та АЕС	17	3	3	1	10	22	2	2	3	15
Разом за ЗМ 2	60	10	5	5	40	60	6	4	3	47
ЗАГАЛОМ, год.	150	30	15	15	90	150	12	6	6	126

5.2. Аудиторні заняття

Денна форма навчання, лекції, 8-й семестр

Змістовий модуль 1. Склад, параметри робочих циклів і характеристики основного обладнання теплових ЕС

Тема 1.1. Призначення, класифікація, склад і характеристики основного обладнання ЕС. Аналіз фізичних процесів, що протікають в устаткуванні

Лекція 1. Основні типи електростанцій, їхнє призначення. Частка різних електростанцій у загальному балансі електропостачання країн СНД і України. Перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу України

Рекомендована література

Основна:[1] с. 6...8.

Додаткова [2, 3, 5, 8, 12]

Лекція 2. Графіки електричних і теплових навантажень електростанцій. Способи вирівнювання графіків навантаження – пікові та гідроакумуляторні електростанції. Енергетичні системи.

Рекомендована література

Основна: [1] с.8...15. *Додаткова:* [2, 3, 8]

Лекція 3. ТЕС як промислове підприємство. Технологічна схема паротурбінної електростанції. Принципові (спрощені) теплові схеми ТЕС. Вибір потужності електростанцій.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 17...20. *Додаткова:* [3, 6, 10]

Лекція 4. Цикли, що лежать в основі роботи ТЕС АЕС. Зображення циклів і процесів у $s - t$ та $s - i$ координатах. Визначення термічного ККД циклу.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 21...30. *Додаткова:* [2, 3, 14]

Лекція 5. Цикли газотурбінних та комбінованих (паро-газотурбінних і газо-паротурбінних) електростанцій.

Рекомендована література. Основна: [1] с.21...30; *Додаткова:* [5]

Тема 1.2. Заходи, що впливають на економічність та надійність установок

Лекція 6. Вплив параметрів робочого тіла на теплову економічність циклів ТЕС та АЕС: сполучені параметри пари, проміжний перегрів та сепарація пари

Рекомендована література

Основна: [1] с. 31...41. *Додаткова:* [2, 5, 14]

Лекція 7. Регенеративний підігрів живильної води. Залежність теплової економічності циклу від кількості регенеративних підігрівників живильної води. Регенерація теплоти в циклах із проміжним перегрівом пари.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 50...58. *Додаткова:* [2, 5, 14]

Лекція 8. Деаерація живильної води. Фізичні процеси, що лежать в основі термічної деаерації живильної води. Підготовка додаткової води.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 50...58. *Додаткова:* [2, 5, 14]

Тема 1.3. Аналіз складу принципів теплових схем електростанцій

Лекція 9. Комплектація принципів теплових схем електростанцій на органічному та ядерному паливах.

Рекомендована література. Основна: [1] с. 21...30. *Додаткова:* [4, 5, 9]

Лекція 10. Комплектація принципів теплових схем газотурбінних та дизельних електростанцій.

Рекомендована література: Основна: [1] с. 21...30. *Додаткова:* [4, 5, 9]

ЗМ 2. Аналіз техніко-економічних та екологічних показників роботи ЕС

Тема 2.1. Матеріальні та теплові баланси ТЕС та АЕС

Лекція 11. Визначення продуктивності парогенераторів електростанцій на органічному та ядерному паливах. Матеріальні баланси паротурбінних конденсаційних електростанцій та теплоелектроцентралей.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 59...77. *Додаткова:* [2, 3, 5]

Лекція 12. Теплові баланси ТЕС та АЕС. Розрахунки втрат енергії при перетворенні теплової енергії в електричну енергію на клеммах генератора.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 59...77. *Додаткова:* [2, 3, 5]

Тема 2.2. Генеральний план ТЕС та АЕС. Вплив роботи ЕС на навколишнє середовище

Лекція 13. Загальні принципи розміщення електростанцій і вимоги до площадок.. Структура головної будівлі. Загальні задачі експлуатації електростанцій. Організація ремонту основного енергетичного устаткування Вплив роботи ТЕС і АЕС на навколишнє середовище.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 78...144. *Додаткова:* [2, 3, 5]

Тема 2.3. Визначення техніко-економічних показників ТЕС та АЕС

Лекція 14. Значення показників теплової і загальної економічності ТЕС: питомих капітальних витрат ГРЕС, КЕС, ТЕЦ.

Рекомендована література

Основна: Конспект лекцій. *Додаткова:* [2, 3, 9]

Лекція 15. Техніко-економічні показники блоків АЕС з реакторами типу ВВЕР. Витрати енергії на власні потреби.

Рекомендована література. Конспект лекцій. Додаткова: [2, 3, 9]

Заочна форма навчання, лекції, 8-й семестр

Оглядова лекція 1. ТЕС як промислове підприємство. Технологічна структура. Технологічна схема паротурбінної електростанції.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 17...20.

Додаткова: [2, 3, 5, 8, 10, 12]

Оглядова лекція 2. Принципові (спрощені) теплові схеми ТЕС. Основні характеристики енергетичного устаткування електростанцій. Цикли, що лежать в основі роботи ТЕС та АЕС. Зображення циклів і процесів у $s-t$ та $s-i$ координатах. Визначення термічного ККД циклу.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 21...30.

Додаткова: [2, 3, 5, 8, 12]

Оглядова лекція 3. Заходи, що впливають на теплову економічність, надійність та працездатність установок

Рекомендована література

Основна: [1] с. 31...58

Додаткова: [2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12]

Оглядова лекція 4. Аналіз техніко-економічних та екологічних показників роботи теплових ЕС. Матеріальні та теплові баланси ТЕС та АЕС. Розрахунки втрат енергії при перетворенні теплової енергії в електричну енергію на клемі генератора

Рекомендована література

Основна: [1] с. 59...77

Додаткова: [2, 3]

Оглядова лекція 5. Генеральний план ТЕС та АЕС. Аналіз прикладів компонувань генпланів електростанцій. Структура головної будови. Вплив роботи ЕС на навколишнє середовище

Рекомендована література

Основна: [1] с. 78...155

Додаткова: [2, 3]

Оглядова лекція 6. Значення показників теплової і загальної економічності ТЕС: питомих капітальних витрат ГРЕС, КЕС, ТЕЦ.

Рекомендована література

Основна: Конспект лекцій.

Додаткова: [8, 9]

Практичні заняття

Метою практичних занять є закріплення лекційного матеріалу та більш глибоке вивчення параметрів та характеристик основного і допоміжного енергетичного обладнання теплових електростанцій. Тематику конкретних практичних занять лектор може вибирати зі списку, що наведений нижче, з урахуванням особливостей засвоєння матеріалу студентами.

ПЗ 1. Принципові (спрощені) теплові схеми різнотипних електростанцій. Основні характеристики енергетичного устаткування.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 21...49

Додаткова: [3]

ПЗ 2. Типи регенеративних підігрівників живильної води, способи їхнього включення в теплову схему. Конструктивні особливості підігрівників мережної води.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 50...58

Додаткова: [2, 3, 4, 5]

ПЗ 3. Деаерація живильної води. Конструктивні особливості та робочі параметри термічних деаераторів, їх включення до складу теплової схеми.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 50...58

Додаткова: [2, 3, 4, 5]

ПЗ 4. Установки для підтримки вакууму в головних конденсаторах ТЕС. Призначення, включення до складу теплової схеми. Підготовка додаткової води.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 68...77

Додаткова: [2, 3, 4, 5]

ПЗ 5. Аналіз складу та характеристик енергетичного обладнання ТЕС та АЕС з конденсаційними паровими турбінами.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 21...67

Додаткова:

ПЗ 6. Розрахунок матеріальних та теплових балансів електростанцій на органічному та ядерному паливах.

Рекомендована література

Основна: [1] с. 68...77

Додаткова: [11, 14]

ПЗ 7. Аналіз показників теплової та загальної економічності ТЕС.

Рекомендована література

Основна: Конспект лекцій

Додаткова: [14]

Лабораторні роботи

Метою лабораторних робіт являється детальне ознайомлення із характеристиками енергетичного обладнання діючих теплових та атомних електростанцій, їх тепловими схемами, особливостями розміщення обладнання в головних будовах, та його обслуговуванням під час експлуатації.

1. Вивчення складу, характеристик обладнання, принципової теплової схеми, компоновки головної будови, генерального плану та умов експлуатації ТЕЦ м. Миколаєва. (денна/заочна форми навчання – 4/1 год.)

Рекомендована література

Основна: [1] *Додаткова:*

2. Вивчення складу, характеристик обладнання, принципової теплової схеми, компоновки головної будови, генерального плану та умов експлуатації ТЕЦ глиноземного заводу м. Миколаєва. (4/1 год.)

Рекомендована література

Основна: [1] *Додаткова:*

3. Вивчення складу, характеристик обладнання, принципової теплової схеми, компоновки головної будови, генерального плану та умов експлуатації Південно-Української АЕС. (4/2 год.)

Рекомендована література

Основна: [1] *Додаткова:*

4. Аналіз технічних характеристик електростанцій та захист лабораторних робіт. (3/2 год.)

Рекомендована література

Основна: [1], *Додаткова:*

5.3. Самостійна робота

Метою самостійної роботи є вивчення додаткових питань дисципліни, відповідно до її робочої програми, по визначенню окремих питань організації здавально-приймальних випробувань суден, організації оптимальних умов експлуатації та обслуговування енергетичного обладнання. Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання наступний:

- підготовка до лекційних занять – 1...2 год. на 1 лекцію;
- підготовка до практичних занять – 2...3 год. на 1 заняття;
- підготовка до тестування – 5...6 год. на 1 тест;
- підготовка до заліку – 10 год.

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1.	Підготовка до лекційних занять	30	46
2.	Підготовка до практичних робіт	30	40
3.	Підготовка до лабораторних робіт	30	40
	Разом, год.	90	126

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ

Методи навчання – це способи, якими забезпечується набуття здобувачами відповідних компетенцій через засвоєння програмного матеріалу та активізацію навчального процесу.

Для всіх видів занять:

робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи і людського мислення;

дискусія – обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її обстоювати;

диспут – цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову чи суспільну проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій.

Для лекційних занять:

лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

бесіда – питально-відповідальний метод, завдання якого спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень; різновиди бесід: репродуктивні (спрямовані на відтворення раніше засвоєного матеріалу), евристичні (підводять здобувачів до самостійних висновків);

ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, схем, репродукцій тощо;

відеометод – використання відеоматеріалів для активізації наочно-чуттєвого сприймання; забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для практичних та лабораторних занять:

лабораторна робота – вивчення в спеціальних умовах явищ природи за допомогою спеціального обладнання;

практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Методами контролю і самоконтролю можуть виступати: фронтальне опитування; контрольні тестові роботи програмованого типу, лабораторний контроль;

Засоби діагностування результатів навчання. Здобувач під час самостійної роботи, проведення поточного контролю та підсумкової атестації зобов'язаний демонструвати результати навчання та ступінь засвоєння матеріалу дисципліни.

Засобами оцінювання та методами демонстрування можуть бути – усні та письмові відповіді, виконання практичних завдань, тестування, захист курсової роботи, екзамен, презентація результатів виконаних завдань.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті та за результатами виконання лабораторних робіт і завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

Максимальна сума балів, що може бути набрана здобувачем за результатами виконання та захисту курсового проекту (КП) складає 100 балів. Контроль виконання КП включає поточний контроль за виконанням окремих розділів та його захист.

Підсумковий контроль з дисципліни проводиться в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою навчальної дисципліни, у вигляді екзамену (8-й семестр) в терміни, встановлені графіком навчального процесу. Екзамен передбачає застосування письмової компоненти.

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету. Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту. У проміжних оцінках студент може набрати до 60 балів. Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше 60 балів.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Відповіді на практичних заняттях

Критерії оцінювання	Бали
Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки	5
Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу	4
Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована	3
Відповідь має суттєві помилки, аргументи не сформульовані, використовуються невірна термінологія	2
Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована	1

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бали	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання практичних робіт та підсумкового контролю у формі екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожній практичній роботі та за результатами самостійної роботи. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 30 балів, результатів виконання практичних та лабораторних робіт – до 30 балів, та екзамену – до 40 балів.

Вид роботи	Кількість балів
1. Лабораторна робота № 1	До 5
2. Лабораторна робота № 2	До 5
3. Лабораторна робота № 2	До 5
4. Практичні заняття	До 15
5. ПМК	До 30
5. Екзамен	До 40
Сума:	До 100

Право здавати заключний екзамен дається студенту, який з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

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

Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, складає підсумковий екзамен (що проводиться у письмовій формі в екзаменаційну сесію), до якого він допускається після виконання всіх передбачених елементів модулів, результатом якого є отримання необхідної мінімальної (порогової) суми 60 балів.

9. ЗАСОБИ НАВЧАННЯ

Вивчення дисципліни передбачає використання під час лекційних, практичних та індивідуальних занять різноманітних матеріалів та програмне забезпечення, завдяки яким за певний час досягається визначені ціль і результат навчання в межах освітнього процесу:

- альбом теплових схем побудованих та перспективних електростанцій промислового та муніципального призначення (знаходиться на стадії розробки);
- мультимедіа-, відео- і звуковідтворююча, проекційна апаратура (відеокамери, проектори, екрани, смартдошки тощо);
- комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі; програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування тощо);
- інформаційно-комунікаційні системи;
- бібліотечні фонди (підручники і навчальні посібники, методичні рекомендації, наукова література, тощо).

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Бондаренко М. С. Теплові та атомні електростанції й установки. : Навчальний посібник / М. С. Бондаренко, О. С. Єлеонська. – Миколаїв : НУК, 2025. – 158 с. <https://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/10267>

Додаткова література

2. Гічов Ю.О. Теплові електростанції та проблеми перетворення енергії. Частина II. Навчальний посібник.– Дніпро НМетАУ, 2017. – 59 с.

3. Технологія виробництва електричної енергії. Підвищення ефективності циклів паротурбінних установок. [Електронний ресурс]: уклад. В. В. Дубровська, В. І. Шкляр, І. Ю. Білоус – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 41 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66520>

4. Теплообмінники теплових схем паротурбінних установок. Ч. І. Поверхневі теплообмінники [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика», спеціалізації «Теплові електричні станції та установки»/КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. О. Кесова, Ю. М. Побіровський. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 115 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25555>

5. В.А.Маляренко. Енергетичні установки: Навчальний посібник. – Харків, ХНАМГ, 2007 – 288с. Енергетичне обладнання теплових електростанцій

6. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., ЛЕВЧЕНКО Б. О., МАРІЙЧ Л. Й. Перспективи і практика розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу Навчальний посібник. – Харків, НТУ «ХПІ», 2013 – 300 с.

7. Захист навколишнього середовища при роботі теплотехнологічного устаткування: Навч. Посібник/ Н.А.Шаройко, А.О. Каграманян, І.П. Полтавський та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 400 с.

8. Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики. Книга 3.
<http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-1/1-2>
<http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-4/4-2>

9. Вибір теплоенергетичного устаткування ТЕС

<https://kek.edu.ua/tema-2-4-vibir-teploenergetichnogo-ustatkuvannya-tes/>

10. Елементи технологічних схем теплових електростанцій

<https://kek.edu.ua/tema-2-1-elementi-tehnologichnih-shem-teplovih-elektrostantsij/#2.1.2>

11. Конструкція та призначення основних елементів парових турбін ТЕС та АЕС. Частина 1: Статор [Електронний ресурс]: навчальний посібник / О. Ю. Черноусенко, Л. С. Бутовський, О. О. Грабовська, Р. І. Гудов; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2010.

12. Турбіни ТЕС та АЕС. Конспект лекцій для студентів базового напрямку 6.050601 «Теплоенергетика». Кравець Т.Ю., Галянчук І.Р., (Реєстраційний номер: 3600 від 01.09.2011р.) - Львів, 2011. - 95с.

13. Пускові режими роботи парових турбін енергоблоків ТЕС. Мисак Й.С., Галянчук І.Р., Дворовенко В.М. НВФ «Українські технології», Львів, 2008. – 265с.

14. Вибір теплоенергетичного устаткування ТЕС

<https://kek.edu.ua/tema-2-4-vibir-teploenergetichnogo-ustatkuvannya-tes/>

КОНТРОЛЬНІ ЗАДАЧІ**1. Принципова теплова схема паротурбінної конденсаційної електростанції на органічному паливі без проміжного перегріву пари.**

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 100 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію. Параметри пари прийняти аналогічними п.п. 1.2.

2. Принципова теплова схема паротурбінної конденсаційної електростанції на органічному паливі з проміжним перегрівом пари

Короткий опис схеми.

Початкові, кінцеві параметри пари та параметри пари в проміжному пароперегрівнику.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 300 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію. Параметри пари прийняти аналогічними п.п. 2.2.

3. Принципова теплова схема двоконтурної атомної паротурбінної конденсаційної електростанції з одноступінчатою сепарацією та проміжним перегрівом пари

Короткий опис схеми.

Початкові, кінцеві параметри пари та параметри пари в сепараторі.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 1000 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію. Параметри пари прийняти аналогічними п.п. 3.2.

4. Принципова теплова схема двоконтурної атомної паротурбінної конденсаційної електростанції з сепарацією пари

Короткий опис схеми.

Початкові, кінцеві параметри пари та параметри пари в сепараторі.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 800 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію. Параметри пари прийняти аналогічними п.п. 4.2.

5. Принципова теплова схема паротурбінної теплоелектроцентралі на органічному паливі з турбогенератором, що працює на протитиск

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 10 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію. Параметри пари прийняти аналогічними п.п. 5.2.

6. Принципова теплова схема паротурбінної теплоелектроцентралі на органічному паливі з проміжним перегрівом пари, яка включає конденсаційну турбіну з регульованими відборами пари

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 250 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію.

7. Принципова теплова схема паротурбінної теплоелектроцентралі на органічному паливі без проміжного перегріву пари, яка включає конденсаційну турбіну з регульованими відборами пари

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 50 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію.

8. Принципова теплова схема двоконтурної паротурбінної теплоелектроцентралі на ядерному паливі з одноступінчатою сепарацією та проміжним перегрівом пари, яка включає конденсаційну турбіну з регульованими відборами пари.

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на турбогенератор електричною потужністю 500 МВт, при умові його роботи без відборів пари на регенерацію.

9. Принципова теплова схема комбінованої бінарної газопаротурбінної електростанції

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Розрахувати витрати пари на УТГ електричною потужністю 5 МВт.

10. Принципова технологічна схема паротурбінної конденсаційної ЕС, що працює на кам'яному вугіллі. Загальний опис складових частин.

Короткий опис схеми.

Початкові та кінцеві параметри пари.

Зображення циклу, який лежить в основі роботи ПТУ з коротким описом складових процесів.

Задача. Визначити витрати палива на роботу електростанції потужністю 100 МВт.

11. Принципова теплова схема когенераційної установки з ДВЗ

Короткий опис схеми.

Параметри робочих середовищ у системі утилізації вторинних енергоресурсів.

Задача. Визначити можливу теплопродуктивність утилізаційного контуру та коефіцієнт використання тепла в установці зі середньообертовим двигуном потужністю 5 МВт.

ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

1. Основні типи електростанцій, їхня класифікація по призначенню.
2. Частка різних електростанцій у загальному балансі електропостачання країн СНД і України.
3. Перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу України.
4. Характерні графіки електричних навантажень електростанцій. Коефіцієнти заповнення графіка електричного навантаження.
5. Добові та річні графіки теплових навантажень електростанцій.
6. Способи вирівнювання графіків навантаження – пікові та гідроакумуляуючі електростанції. Енергетичні системи.
7. ТЕС як промислове підприємство. Функціональна схема теплової електростанції.
8. Технологічні схеми різнотипних паротурбінних електростанцій, що працюють на органічному та ядерному паливах.
9. Принципові теплові схеми різнотипних паротурбінних електростанцій, що працюють на органічному та ядерному паливах.
10. Принципова теплова схема газотурбінної електростанції простого циклу.
11. Принципові теплові схеми газотурбінних електростанцій складних циклів (з регенерацією, проміжним охолодженням і проміжним підводом тепла).
12. Принципова теплова схема бінарної газо-паротурбінної електростанції.
13. Принципова теплова схема контактної газо-паротурбінної електростанції.
14. Принципова теплова схема дизельної електростанції. (Опис схеми, основні характеристики енергетичного устаткування).
15. Цикли, що лежать в основі роботи паротурбінної конденсаційної електростанції. Зображення циклів і процесів у $s - t$ координатах. Визначення термічного ККД циклу.
16. Цикли, що лежать в основі роботи паротурбінної теплоелектроцентралі. Зображення циклів і процесів у $s - t$ координатах. Визначення термічного ККД циклу.
17. Аналіз впливу початкової температури пари на теплову економічність паротурбінного циклу.
18. Аналіз впливу початкового тиску пари на теплову економічність паротурбінного циклу. Сполучені параметри пари.
19. Аналіз впливу кінцевого тиску пари на теплову економічність паротурбінного циклу.
20. Проміжний перегрів пари в ПТУ на органічному паливі його вплив на теплову економічність.
21. Газовий проміжний перегрів пари. Схемні рішення, характерні параметри пари.

22. Паровий проміжний перегрів пари. Схемні рішення, характерні параметри пари.

23. Цикли, що лежать в основі роботи АЕС різних теплових схем. Зображення циклів і процесів у $s-t$ координатах. Аналіз параметрів робочого тіла в основних точках циклу.

24. Регенеративний підігрів живильної води. Теоретичні передумови застосування регенеративних циклів у ПТУ теплових електростанцій.

25. Залежність теплової економічності циклу від кількості регенеративних підігрівників живильної води.

26. Визначення температури живильної води в паротурбінних установках з регенерацією теплоти в циклі.

27. Укрупнений матеріальний баланс ПТУ. Визначення продуктивності котла при наближених розрахунках.

28. Визначення витрати пари на турбіну, що працює в складі ПТУ без відборів (регенеративних і регульованих) і без проміжного перегріву пари.

29. Визначення витрати пари на турбіну, що працює в складі ПТУ без відборів (регенеративних і регульованих) із проміжним перегрівом пари.

30. Визначення витрати пари на турбіну, що працює в складі ПТУ без відборів (регенеративних і регульованих) із проміжною сепарацією пари.

31. Визначення витрати пари на турбіну, що працює в складі ПТУ з регенеративними відборами пари.

32. Визначення витрати пари на турбіну, що працює в складі ПТУ з регенеративними і регульованими відборами пари.

33. Укрупнений тепловий баланс ПТУ конденсаційної електростанції. Аналіз складових теплового балансу.

34. Укрупнений тепловий баланс ПТУ теплоелектроцентралі. Аналіз складових теплового балансу.

35. Вибір потужності основного енергетичного устаткування електростанції (турбін і електрогенераторів).

36. Вибір основного паровиробного устаткування теплових електростанцій (парових котлів, реакторів, парогенераторів).

37. Загальні принципи розміщення електростанцій і вимоги до площадок. Генеральний план електростанції. Аналіз прикладів компонувань генпланів електростанцій.

38. Загальні задачі експлуатації електростанцій. Організація ремонту основного енергетичного устаткування. Режими експлуатації агрегатів і блоків.

39. Зовнішня і внутрішня безпека електростанцій. Вплив роботи ТЕС і АЕС на навколишнє середовище. Надійність і безпека роботи устаткування ТЕС і АЕС