



Теплові та атомні електричні станції

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>«Електричні станції»</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, четвертий семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів ECTS, 180 годин (лекцій - 54 год., практичні заняття - 18, лабораторні - 18, самостійна робота - 90 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ Л.р./МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекційні заняття – 1,5 рази на тиждень; лабораторні, практичні заняття – 1 раз на два тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц., Сірий Олександр Анатолійович, siryi.oleksandr@iit.kpi.ua Практичні і лабораторні заняття: к.т.н., ст.викл., Шелешей Т.В., sheleshey_tanya@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали ресурсу доступні в системі Google Classroom (https://classroom.google.com/c/NTgwMjkyNjg1NTgy?cjc=n3wxqke)</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Теплові та атомні електричні станції» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів: «Електричні станції», галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних **компетентностей**.

К 07. Здатність працювати в команді.

К 16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

К 28. Здатність використовувати знання з теплової частини електростанцій для професійної діяльності.

Програмні результати навчання:

ПР13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР26. Вміти вибрати та порівнювати енергообладнання традиційної та відновлюваної енергетики.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, що ґрунтуються на матеріалі попередніх дисциплін, а саме: «Вища математика», «Вступ до спеціальності». Знання, отримані при вивченні даної дисципліни, в подальшому знадобляться для виконання «Дипломне проектування».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розподілено на **6 розділів**, а саме:

1. Вступ. Типи та класифікація електростанцій. Споживачі енергії. Задачі курсу. Перспективи розвитку енергетики України та світу. ТЕС та АЕС як промислові підприємства. Особливості. Технічні та економічні вимоги. Класифікація. Енергетичні ресурси. Графіки навантаження споживачів електричної та теплової енергії. Резерви потужностей. Технологічні схеми електростанцій. Організація управління ТЕС.

2. Теплова економічність та енергетичні показники електростанцій. Термодинамічні основи роботи ТЕС та АЕС. Система ККД, питомі показники, принципи теплові схеми КЕС. Особливості розрахунку теплової економічності ТЕС. Система ККД теплової схеми. Оцінка та аналіз показників теплової економічності АЕС. Теплові схеми.

3. Способи підвищення теплової економічності паротурбінних електростанцій. Вплив початкових та кінцевих параметрів циклів ТЕС та АЕС на надійність та економічність роботи електростанцій. Вибір параметрів. Проміжний перегрів пари на КЕС та ТЕЦ. Термодинамічні основи. Вплив на економічність, надійність та маневреність енергоблоків. Проміжний перегрів пари на АЕС. Цикл. Схеми. Способи зниження вологості пари на АЕС. Модернізація діючих електростанцій. Розширення ТЕС надбудовою та прибудовою. Техніко-економічні показники модернізованих ТЕС. Регенеративний підігрів живильної води на ТЕС та АЕС. Вибір типу регенеративних підігрівачів. Способи зливу дренажу. Охолоджувачі пари та дренажу. Системи регенерації високого та низького тиску на ТЕС та АЕС різної потужності та параметрів.

4. Баланси пари та води в контурах ТЕС та АЕС. Способи утилізації втрат пари та конденсату. Втрати пари та конденсату на ТЕС та АЕС. Вплив втрат теплоносія на економічність електростанцій. Вибір способу підготовки додаткової води. Термічна водопідготовка. Випарні установки. Варіанти зв'язування їх в теплову схему паротурбінних установки ТЕС та АЕС. Схеми продувки котлів та випарних установок. Обробка води на АЕС різного типу. Схеми. Баланси пари та води на АЕС.

5. Деаерація води на ТЕС та АЕС. Фізико-хімічні основи деаерації води. Фактори, що впливають на ефективність деаерації. Хімічні та термічні методи видалення кисню з живильної води електростанцій. Змішувачий підігрівач – деаератор. Типи та функції деаераторів в теплових схемах. Включення деаераторів в теплові схеми ТЕС та АЕС. Нейтрально-кисневий водно-хімічний режим. Умови реалізації. Бездеаераторні теплові схеми ТЕС.

6. Складання та методика розрахунку теплових схем ТЕС та АЕС. Різновидності теплових схем ТЕС та АЕС. Призначення та складання принципових теплових схем. Методика розрахунку теплових схем енергоблоків ТЕС та АЕС. Живильні установки ТЕС та

АЕС. Типи живильних насосів ТЕС та АЕС. Одно-, двопідйомні схеми ввімкнення живильних насосів. Головні циркуляційні насоси АЕС. Розробка й створення екологічно безпечних ТЕС. Вплив роботи ТЕС на навколишнє середовище. Побудова теплових схем ТЕС на базі основних типів турбін. Принципові теплові схеми ТЕС на базі турбін К і Т, графічні матеріали, особливості, допоміжне устаткування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Основи теплової енергетики: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: А. В. Борисенко, В. А. Пешко. – Електронні текстові дані (1 файл: 41,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 149 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42724>
2. Гічов Ю.О. Теплові електростанції і проблеми перетворення енергії. Частина І: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 59 с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Теплові електричні станції» для студентів за напрямом 6.050601 – Теплоенергетика заочної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 126 с.
4. Атомні електричні станції: Підручник для Вузів / М. В. Топольницький. – Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2005. – 524 с.
5. Котельні установки: навчальний посібник /С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
6. Сірий, О. А. Лабораторні роботи з дисципліни «Теплові і атомні електричні станції» [Електронний ресурс] : методичні вказівки для здобувачів ступеня бакалавра за освітньо-професійною програмою «Електричні станції» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / О. А. Сірий ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,23 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 54 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/52109>
7. Дистанційний курс «Теплові та атомні електростанції» <https://classroom.google.com/c/NTqWMikyNjq1NTqy?cjc=n3wxqke>

Допоміжна

1. Розрахунок теплових схем ТЕС та АЕС [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Теплові та атомні електростанції та установки» для студентів теплоенергетичних спеціальностей / НТУУ «КПІ» ; уклад. Л. О. Кєсова, Ю. М. Побіровський, О. А. Сірий [та ін.]. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,63 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 81 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/9704>
2. Національна енергетична компанія «Укренерго» [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ : НЕК «Укренерго», 2020. – Режим доступу: ua.energy (дата звернення 10.06.2021) – Назва з екрана.
3. Meiswinkel R., Meyer J., Schnell J. - Design and Construction of Nuclear Power Plants. 2013. 144 p.
4. Rasul M. - Thermal Power Plants. Advanced Applications. 2013. 185 p.
5. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 3: Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики / Є. Т. Базєєв, Б. Д. Білека, Є. П. Васильєв, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин; Наук. ред. В. М. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. – 2013. – 399 с. – ISBN 978-966-8163-15-9
6. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 4: Розвиток атомної енергетики та об'єднаних енергосистем / К. Б. Денисевич, Ю. О. Ландау, В. О. Нейман, В. М. Сулейманов, Б. А. Шияєв; Наук. ред. Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. – 2013. – 303 с. – ISBN 978-617-635-005-7

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Мета курсу. Мета і задачі кредитного модуля “Теплові та атомні електричні станції” і його місце серед дисциплін спеціальності.. Тенденції розвитку енергетики світу. Особливості, стан та модернізація ТЕС України. Міжнародні зв’язки. Літературні джерела: [1, 2] Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 1 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NTk5/details
2.	ТЕС та АЕС як промислові підприємства. Особливості. Технічні та економічні вимоги до ТЕС та АЕС. Типи і класифікація електричних станцій. Стан енергогенеруючих підприємств України. Літературні джерела: [1, 2, 3, 4]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 2 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjAx/details
3.	Технології виробництва електроенергії. Типи і класифікація електростанцій. Класифікація технологій генерації. Загальна класифікація ТЕС. Літературні джерела: [1, 2]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 3 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjAz/details
4.	Енергетичні ресурси. Питання економіки та екології енергетики. Графіки навантаження споживачів електричної та теплової енергії. Режим роботи електростанцій. Резерви потужностей енергосистем. Графіки навантаження ОЕС України за різні роки, порівняння, аналіз, перспективи. Літературні джерела: [1, 2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 4 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjA1/details
5.	Технологічні схеми паротурбінних електростанцій. Цехова структура. Організація управління та експлуатації блочних ТЕС. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 5 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjA3/details
6.	Термодинамічні основи роботи ТЕС. Цикли паротурбінних енергетичних установок. Цикл Ренкіна. Система К.К.Д. Власні потреби станції. Літературні джерела: [1, 2, 4, 5]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 6 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjA5/details
7.	ККД котельного агрегату за прямим і зворотнім балансом. ККД турбоустановки. Питомі показники КЕС. Витрати електроенергії на власні потреби. Розрахунки для умов експлуатації. Літературні джерела: [1, 2, 3, 5]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 7 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjEy/details

8.	Особливості розрахунку теплової економічності ТЕЦ, система ККД. Простіші теплові схеми ТЕЦ різного призначення та початкових параметрів пари. ТЕЦ м. Києва. Літературні джерела: [1, 5]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 8 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjE0/details
9.	Оцінка та аналіз показників теплової економічності АЕС в залежності від технологічної структури. Схеми. Розрахунки. АЕС України. Порівняння витрати умовного палива на ТЕС та АЕС. Літературні джерела: [1, 4, 5]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 9 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjE2/details
10.	Способи підвищення теплової економічності ТЕС і АЕС. Вплив кінцевих та початкових параметрів пари ТЕС та АЕС на надійність та економічність роботи. Вибір кінцевих параметрів пари. Вибір початкових параметрів пари на АЕС. Літературні джерела: [2, 3, 4]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 10 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjE4/details
11.	Вибір початкових параметрів пари на ТЕС та АЕС. „Сполучені” початкові параметри пари ТЕС. Рекомендації щодо експлуатаційної надійності ТЕС та АЕС. Літературні джерела: [2, 3, 4]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 11 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjIw/details
12.	Підвищення теплової економічності ТЕС з проміжним перегрівом пари. Термодинамічні основи. Реалізація способу. Вибір параметрів проміжного перегріву на КЕС. Вплив проміжного перегріву на економічність, надійність та маневреність енергоблоків. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 12 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjIy/details
13.	Особливості проміжного перегріву на ТЕЦ та АЕС. Способи зниження вологості пари в циклах АЕС. Допустима вологість на останніх ступенях турбін. Сепарація пари. Аналіз економічності АЕС в порівнянні з ТЕС. Літературні джерела: [2, 3, 5]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 13 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjI0/details
14.	Підвищення економічності діючих електростанцій шляхом розширення ТЕС надбудовою та прибудовою. Схеми. Порівняння способів. Техніко-економічні показники модернізованих ТЕС. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 14 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjI2/details
15.	Регенеративний підігрів живильної води та конденсату на ТЕС та АЕС. Термодинамічні основи способу. Вибір оптимальної температури живильної води, кількості та параметри відборів пари. Літературні джерела: [2, 3, 4, 6]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 15 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjI4/details

16.	Теплова ефективність регенеративного підігріву живильної води. Вплив регенерації на вологість пари у кінцевих ступенях турбіни. Вплив промперегріву на регенерацію. Ефективність регенерації на КЕС і ТЕЦ. Особливості регенеративного підігріву на ТЕЦ. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 16 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjMw/details
17.	Типи та конструкції регенеративних підігрівачів. Аналіз економічності, експлуатаційної надійності, капітальних витрат. Вибір типу регенеративних підігрівачів живильної води та конденсату. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 17 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjMz/details
18.	Способи та схеми зливу дренажу поверхневих регенеративних підігрівачів. Виносні та вбудовані охолоджувачі пари та дренажу. Схеми вмикання. Особливості систем регенерації високого та низького тиску на ТЕС та АЕС різної потужності та параметрів. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 18 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjM1/details
19.	Втрата пари та конденсату на ТЕС та АЕС. Способи підготовки додаткової води. Заходи по зменшенню втрат пари і конденсату. Термічна водопідготовка. Хімічна підготовка додаткової води. Знесолення води зворотним осмосом. Літературні джерела: [1, 2, 3, 4]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 19 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjM3/details
20.	Фізико-хімічні основи деаерації води. Вимоги до якості живильної води ТЕС та АЕС. Фактори, що впливають на ефективність деаерації води. Хімічні та термічні методи виділення кисню з живильної води ТЕС. Норми. Приклади. Рекомендації. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 20 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjM5/details
21.	Змішувачий підігрівач - деаератор. Функції деаераторів в теплових схемах ТЕС та АЕС. Включення деаераторів в теплові схеми електростанцій. Приклади. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 21 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjQx/details
22.	Нейтрально-кисневий водно-хімічний режим. Умови реалізації. Бездеаераторні теплові схеми ТЕС. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 22 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjQz/details
23.	Різновидності теплових схем ТЕС та АЕС. Призначення принципів теплових схем. Їх складання. Методики розрахунку теплових схем енергоблоків ТЕС та АЕС. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 23 https://classroom.google.com/c/NTqwMjkyNjg1NTgy/m/NTqwMjkyNjg1NjQ1/details

24.	Насоси конденсаційної установки. Принципова схема ежектора. Вибір конденсатних насосів. Насоси систем теплофікації. Принципи резервування насосів ТЕС. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 24 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1NjQ3/details
25.	Живильна установка. Живильні насоси ТЕС. Схеми включення ЖН застосовуються на ТЕС і АЕС. Робочі діаграми живильного насосу ПТН-1100-350-24. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 25 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1Njcy/details
26.	Розробка й створення екологічно безпечних ТЕС. Вплив роботи ТЕС на навколишнє середовище. Класифікація ТЕС за екологічними показниками. Методи зниження викидів оксиду азоту Літературні джерела: [1, 3, 6]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 26 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1Njc0/details
27.	Побудова теплових схем ТЕС на базі основних типів турбін. Принципові теплові схеми ТЕС на базі турбін К і Т, графічні матеріали, особливості, допоміжне устаткування. Літературні джерела: [2, 3]. Дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» лекція 27 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwmjkyNjq1Njc2/details

Практичні заняття

№ з/п	Короткий зміст практичної роботи	Кількість годин
1	Вивчення принципової теплової схеми турбіни типу К-300-240.	2
2	Розрахунок параметрів теплоносія теплової схеми.	2
3	Побудова процесу розширення пари в h-s діаграмі.	4
4	Розрахунок підігріву теплоносія у живильному насосі та регенеративних підігрівниках високого тиску №2, 3.	2
5	Розрахунок деаератора живильної води та підігрівників низького тиску.	2
6	Перевірка пароводяного балансу теплової схеми.	2
7	Розрахунок енергетичних показників енергоблоку.	2
8	Розрахунок питомих показників турбіни та блоку.	2
Всього		18

Лабораторні заняття

№ з/п	Короткий зміст заняття	Кількість годин
1	Лабораторна робота №1 Визначення гранулометричного складу вугільного пилу Мета роботи – ознайомлення з процедурою визначення гранулометричного складу вугільного пилу. Виконання «ситового» аналізу, розрахунків та визначення статистичних показників «моди» і «медіани». Література: дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» Лабораторна робота №1 https://classroom.google.com/c/NTqwmjkyNjq1NTqy/m/NTqwnTEExNTq2NTQx/detail_s	4

2	Лабораторна робота №2 Вивчення принципів теплових схем теплофікаційних турбін. Мета роботи – ознайомлення з основним теплообмінним устаткуванням теплофікаційних турбін, їх призначенням та основними характеристиками. Засвоїти основні засади функціонування теплових схем паротурбінного устаткування. Література: дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» Лабораторна робота №2 https://classroom.google.com/c/NTawMjkyNjg1NTQy/m/NTawNTEhNTQ2NTQx/detail_s	4
3	Лабораторна робота №3 Режим роботи турбіни типу ПТ. Діаграми режимів. Мета роботи – дослідити змінні режими роботи теплофікаційних турбін з промисловим відбором пари. Навчитися користуватися режимними діаграмами для визначення основних робочих параметрів турбін при зміні їх робочого навантаження під час регулювання потужності. Література: дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» Лабораторна робота №3 https://classroom.google.com/c/NTawMjkyNjg1NTQy/m/NTawNTEhNTQ2NTQx/detail_s	4
4	Лабораторна робота №4 Режим роботи турбіни типу Т та Р. Діаграми режимів. Мета роботи – дослідити змінні режими роботи теплофікаційних турбін та турбін з протитиском. Навчитися користуватися режимними діаграмами для визначення основних робочих параметрів турбін при зміні їх робочого навантаження під час регулювання потужності. Література: дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» Лабораторна робота №4 https://classroom.google.com/c/NTawMjkyNjg1NTQy/m/NTawNTEhNTQ2NTQx/detail_s	4
5	Лабораторна робота №5 Визначення витрати умовного палива в залежності від режиму роботи теплової електростанції. Мета роботи – ознайомитися з особливостями економічності роботи устаткування енергоблоків електростанцій при регулюванні робочого навантаження шляхом зниження потужності або шляхом зупину частини блоків на визначений час. Навчитися обирати режим роботи блоків з точки зору забезпечення економічності їх роботи. Література: дистанційний курс «Теплові та атомні електричні станції» Лабораторна робота №5 https://classroom.google.com/c/NTawMjkyNjg1NTQy/m/NTawNTEhNTQ2NTQx/detail_s	2
Всього		18

6. Самостійна робота

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лабораторних занять	24
2	Підготовка до МКР	8
3	Підготовка до практичних занять	14

4	Підготовка до лекцій	14
5	Підготовка до екзамену	30
	Всього	90

Модульна контрольна робота

Згідно РСО за період навчання заплановано 2 модульні контрольні роботи відповідно до розділів: Типи та класифікація електростанцій. Споживачі енергії; Теплова економічність та енергетичні показники електростанцій; Способи підвищення теплової економічності паротурбінних електростанцій. Модульна контрольна робота складається з тестової та розрахункової частини, кожна з двох робіт оцінюється у 6 балів. Модульна контрольна робота виконується у середовищі Google workspace. Classroom.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правилом відвідування занять не передбачено оцінка присутності або відсутності здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нарахування заохочувальних або штрафних балів. Відпрацювання та захист лабораторних робіт і практичних завдань з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до екзамену;
- студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в інтернеті та дистанційному курсі на платформі Google classroom здійснюється за умови вказівки викладача;
- правила захисту лабораторних робіт: допускається як індивідуальний захист лабораторних робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента. В умовах дистанційного навчання захист лабораторних робіт здійснюється складанням тесту за змістом ЛР;
- правила захисту індивідуальних практичних завдань: захист здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами їх перевірки (за умови дотримання календарного плану виконання робіт). В умовах дистанційного навчання захист практичних робіт здійснюється складанням тесту за змістом практичних занять;
- правила призначення заохочувальних балів: заохочувальні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховуються за виконання додаткових завдань та самостійного вивчення додаткових розділів.
- політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту лабораторних робіт та результатів МКР не передбачено;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Теплові та атомні електричні станції»;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соціальних мережах тощо) необхідно

дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: виконання МКР, виконання та захист лабораторних і практичних робіт.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за виконання практичних завдань, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий стартовий рейтинг (R_S) більше 25 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску: не отримано R_L і R_D $R_S = R_L + R_D + R_M < 25$ балів	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист лабораторних робіт (R_L);
- виконання та захист практичних робіт (R_P);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР) (R_M);
- відповідей на екзамені (R_E).

Лабораторні роботи (R_L)	Практичні заняття (R_P)	МКР (R_M)	Екзамен (R_E)
20	18	12	50

Лабораторні роботи

Ваговий бал. Усі лабораторні роботи мають ваговий бал 4. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи складає $4 \cdot 5 = 20$ балів.

На лабораторних роботах студенти вивчають режими роботи паросилового устаткування електричних станцій за заздалегідь визначеним графіком. Для допуску до поточної лабораторної роботи студент повинен мати протокол, який оформлений відповідно до вказівок лабораторного практикуму. Рівень засвоєння лабораторних робіт оцінюється за допомогою он-лайн тесту на платформі курсу, що складається з 10 питань та оцінюються в 0,4 бали кожне.

УВАГА! Захист усіх лабораторних робіт є умовою допуску до складання екзамену. Студенти, що на момент консультації перед екзаменом не захистили лабораторні роботи, не допускаються до основної здачі та готуються до перескладання.

УВАГА! Для допуску до перескладання екзамену треба у визначений викладачем термін здати усі заборгованості за лабораторними роботами.

Робота на практичних заняттях

Практичні заняття присвячені розрахунку елементів теплової схеми конденсаційної парової турбіни. Кожен студент виконує розрахунки за отриманим індивідуальним

варіантом. Проведення повного розрахунку теплової схеми передбачає складання теплових балансів кожного підігрівника і деаератора, побудову процесу розширення пари, який виконується графічно в $h-s$ діаграмі. Правильність виконання роботи контролюється складанням теплового і матеріального балансу по паровому і конденсатному трактах. Оцінювання робіт відбувається наступним чином:

- правильна побудова процесу розширення пари у проточній частині турбіни, розширення пари у привідній турбіні живильного насосу, правильне виконання розрахунку теплових балансів підігрівників високого і низького тиску та деаератору, оцінка матеріального і теплового балансів теплової схеми з правильною оцінкою питомих показників блоку, розроблена та оформлена графічна частина – 18...20 балів;

- є певні недоліки при розрахунках та викладенні графічного матеріалу – 14...17 балів;

- є грубі помилки при виборі обладнання та викладенні графічного матеріалу – 10...13 балів;

- не виконана робота або виконана не у повному обсязі чи обрано не свій варіант – 0...9 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 6. за період навчання заплановано 2 модульні контрольні роботи відповідно до тем: Типи та класифікація електростанцій. Споживачі енергії; Теплова економічність та енергетичні показники електростанцій; Способи підвищення теплової економічності паротурбінних електростанцій. Модульна контрольна робота складається з тестової та розрахункової частини, кожна з двох робіт оцінюється у 6 балів. Модульна контрольна робота виконується у середовищі Google workspace - Classroom.

Критерії оцінювання МКР

Кожне питання тесту сформоване з використанням матеріалу лекційних занять та містить декілька варіантів відповідей. Вірною відповіддю може бути як один так і декілька варіантів. Частина питань тесту передбачає наведення розв'язку вручну. Тестування відбувається протягом 45 хвилин, перескладання МКР не заплановані.

Календарний контроль

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 10 балів та виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації). Умовою позитивної другої атестації – отримання не менше 15 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) за умови зарахування практичних робіт.

Максимальний рейтинг за семестр, визначається з виразом:

$$R_S = R_L + R_P + R_M = 20 + 18 + 12 = 50 \text{ балів}$$

Додаткові бали

Рейтинговою системою оцінювання передбачені бали за виконання додаткових завдань. Один студент не може отримати більше ніж 5 бонусних балів у семестрі. Бонусні бали можуть отримані за виконання додаткових завдань та лекцій.

Додаткові завдання та лекції

Додаткові лекції – це теми на самостійне опрацювання, які забезпечать здобувачам посилення теоретичних знань з дисципліни. Ваговий бал – 0,5. Максимальна кількість балів за опрацювання додаткових лекцій – 0,5 балів * 10 лекцій = 5 балів. Бали здобувачі отримують за завантаження у систему Google classroom конспекту опрацьованої лекції

Форма семестрового контролю – екзамен

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, модульних контрольних робіт та розрахунків на практичних заняттях і семестровий рейтинг не менше 25 балів.

На екзамені студенти виконують екзаменаційну роботу яка складається з тестової та письмової частин.

Тест, що містить 20 питань, по 1,5 бали кожен (максимальний бал $20 \cdot 1,5 = 30$ балів). Складання простого тесту направлене на перевірку набутих у результаті вивчення освітньої компоненти знань студентів у вигляді тестування за лекційним матеріалом семестру.

Письмове завдання складається з теоретичного та двох практичних завдань. Відповіді пишуться власноруч на аркуші паперу та надсилаються в клас. Максимальні бали за теоретичне питання – 10 балів, за практичне – 5 (максимальний бал $10 + 5 \cdot 2 = 20$ балів).

Критерії нарахування балів за теоретичне питання:

0 – відповіді не має, або вона не має відношення до запитання;

1...3 – відповідь неправильна більше ніж на 50%, більша частина наведених тверджень хибна, виведення необхідних формул не представлено;

4...6 – відповідь має значні неточності, взята з джерел які відрізняються від рекомендованої у курсі літератури (наприклад з інтернету), виведення формул виконано з помилками, відсутність висновків і рекомендацій;

7...9 – викладення матеріалу повне, наведені схеми та пояснення до них, представлені необхідні формули з виведенням, але є неточності або помилки;

10 – відповідь правильна, присутні пояснення, ілюстрації, схеми з підписами елементів, основні робочі параметри, залежності, аналіз та необхідні висновки;

Критерії нарахування балів за практичне розрахункове завдання (задачу):

0 – задача не вирішувалася, або були використані формули з грубими помилками, або як такі, що не мають відношення щодо суті задачі;

1 – задача вирішувалася, але в підсумку відповіді не має і в розв'язку наведені тільки загальні формули та міркування або допущені грубі помилки у використанні формул;

2 – задача вирішувалася, вказана вірна відповідь, але приведені тільки самі загальні формули та міркування;

3 – задача вирішена в загальному вигляді, вказана вірна відповідь, проте містить грубі помилки у розрахунках;

4 – задача вирішена в основному правильно, але без відповідних пояснень, або допущена незначна помилка (неточність);

5 – задача вирішена правильно з відповідними поясненнями.

Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

$$R = R_S + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або ДКР	Не допущено

12. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Стан та перспективи енергетики України. Сучасні тенденції в світовій енергетиці.
2. Особливості електростанції як промислового підприємства. Технічні та економічні вимоги, що пред'являються до електростанцій.
3. Типи і класифікація електростанцій. Функції деаераторів.
4. Графіки навантажень. Споживачі електричної і теплової енергії.

5. Термодинамічні основи роботи ТЕС. Система ККД.
6. Процес розширення пари в турбіні в h - s -діаграмі, відносний внутрішній ККД. ККД котельного агрегату.
7. Питомі показники ТЕС. Особливості оцінки теплової економічності АЕС.
8. Заходи і способи підвищення теплової економічності ТЕС і АЕС.
9. Вибір початкових параметрів пари на ТЕС і АЕС.
10. Скласти рівняння теплового та матеріального балансу деаератора
11. Скласти рівняння теплового балансу підігрівача
12. Вибір початкових параметрів пари на ТЕС і АЕС.
13. Проміжний перегрів пари на ТЕС. Переваги і недоліки.
14. Розширення діючих електростанцій. Схема прибудови та надбудови.
15. Регенеративний підігрів води на ТЕС.
16. Розрахувати ККД котельного агрегату за прямим балансом:
17. Теплова економічність регенерації.
18. Особливості використання регенерації при наявності проміжного перегріву пари в тепловій схемі станції.
19. Схеми відведення дренажу з підігрівачів. Охолоджувачі пари і дренажу.
20. Розрахувати ККД котельного агрегату за зворотнім балансом
21. Призначення і функції деаераторів. Фізико-хімічні основи деаерації.
22. Типи, класифікація і конструкція деаераторів. Схеми включення.
23. Проаналізуйте перспективи розвитку альтернативної енергетики в Україні. Поясніть чому сонячна енергія у нас в країні займає більший відсоток у порівнянні з вітровою та іншими типами ВДЕ.
24. Охарактеризуйте структуру енергогенерації в Україні. Вкажіть типи енергогенеруючих підприємств, особливості їх роботи в енергосистемі з точки зору регулювання потужності. Дайте визначення маневреності і мобільності.
25. Опишіть стан теплової енергетики в нашій країні. Перспективи розвитку на найближчі роки.
26. Опишіть стан атомної енергетики нашої країни. Перспективи розвитку на найближчі роки.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри теплової та альтернативної енергетики, к.т.н., Сірим О.А. Ухвалено кафедрою теплової та альтернативної енергетики (протокол № 17 від 15.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 15 від 27.06.2022 р.)