

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОП

 Губін С.В.____
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теплові та атомні електростанції

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Теплові та атомні електростанції

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

освітньою програмою Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії

«27» 08 2021 р., – 12 с.

Розробник: ст. викладач каф. 402 Вязовик К.Л.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри

к.т.н.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

С.В. Сінченко

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 6	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> <small>(шифр і найменування)</small> Спеціальність <u>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Цикл загальної (професійної) підготовки (за вибором)
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ КР _____ <small>(назва)</small>		Семестр
		9 -й
Загальна кількість годин – 64/180		Лекції*
		32 годин
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
	_____ годин	
	Самостійна робота	
	116 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7,25		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/116

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: придбання базових професійних знань з питань організації енергетичного виробництва на теплових та атомних електростанціях; принципів побудови та методів розрахунків теплових та атомних електростанцій.

Завдання: 1. Розглянути загальну конструкцію теплових та атомних електростанцій.

2. Розглянути конструкцію та склад основних вузлів теплових та атомних електростанцій.

3. Розглянути основні методики розрахунків теплових та атомних електростанцій.

Результати навчання:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2 – здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність використовувати іноземну мову для здійснення науково-технічної діяльності.

ЗК6 – здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності (ФК):

ФК4 – здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК9 – здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання:

ПРН4 – окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

ПРН14 – дотримуватися принципів та напрямів стратегії розвитку енергетичної безпеки України.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна базується на знаннях, які отримані при вивченні дисциплін «Фізика», «Електротехніка», «Джерела та перетворювачі енергії» та сама є базою для вивчення дисциплін: «Джерела та перетворювачі енергії», «Екологія та антропогенне навантаження на довкілля НЕУ».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. «Паротурбінні та газотурбінні ТЕС»

ТЕМА 1. Паровий цикл Ренкіна та його удосконалення.

Вступ до навчальної дисципліни «Теплові та атомні електростанції». Порівняння регенеративного циклу Ренкіна із узагальненим циклом Карно. Аналіз типового паротурбінного циклу Ренкіна та розрахунки його основних параметрів. Склад ТЕС, принципова теплова схема турбоагрегату та її аналіз. Розрахунки основних параметрів теплової схеми ТЕС, економічність ТЕС.

ТЕМА 2. Устаткування ТЕС та його характеристики.

Типи ТЕС. Особливості конструкції парових турбін ТЕС. Загальна компоновка турбоагрегата. Індексція парових турбін. Особливості конструкції роторів турбін. Лабіринти ущільнення турбін. Котлоагрегати ТЕС. Котли барабанного та прямоочного типу. Паливостачання. Турбогенератори та їх основні параметри. Мережі електропередач.

ТЕМА 3. Поняття про запуск та регулювання турбоагрегату.

Запуск турбоагрегату. Зупинка турбіни. Системи захисту турбіни

ТЕМА 4. Екстремальні параметри ТЕС.

Гранічні потужності теплових паротурбінних електростанцій. Забезпечення паливом. Шлако-золівідведення. Шкідливі викиди до атмосфери. Вода забезпечення

ТЕМА 5. Бінарні паротурбінні установки.

Бінарні парові цикли та схеми ТЕС. ККД бінарної ПТУ та його аналіз. Аналіз теплової схеми бінарної ТЕС. Приклади виконаних бінарних ТЕС..

ТЕМА 6. Газотурбінні та дизельні електростанції.

Схеми ГТУ. Газовий цикл Брайтона та його аналіз. ГТУ-50-800 ХТГЗ та її аналіз. Розрахунок основних параметрів газотурбінної ТЕС: кількість теплоти, економічність, кількість палива тощо. Приклади виконаних ТЕС із ГТУ. Перспективи розвитку газотурбінних ТЕС.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. «Парогазові та атомні електростанції»

ТЕМА 7. Парогазові ТЕС.

Термодинамічний цикл парогазової ТЕС та його аналіз. Теплові схеми парогазових установок і їх розрахунки. Приклади виконаних конструкцій парогазових ТЕС.

ТЕМА 8. Атомні електростанції. Атомні реактори.

Теплотворна спроможність ядерних реакцій. Будова та дія ядерних реакторів. Теплові АЕС.

ТЕМА 9. Теплові схеми АЕС та їх аналіз.

Одноконтурна, двохконтурна, трьохконтурна схеми АЕС, їх аналіз. Теплоносії АЕС та особливості реакторів. Параметри пари, що забезпечують різні типи реакторів: ВВЕР, РВПК. Приклади теплових схем та обладнання атомних електростанцій. Особливості турбоагрегатів АЕС. Особливості розрахунку теплової схеми енергосилового обладнання АЕС. Перспективи розвитку АЕС.

ТЕМА 10. Радіаційна безпека АЕС.

Склад іонізуючого випромінювання та його властивості. Вимоги до АЕС із урахуванням радіаційної безпеки. Вимірювання радіаційного випромінювання та дози. Допустимі потужності доз випромінювання. Шляхи зниження дозових навантажень.

ТЕМА 11. Питання експлуатації елементів електричної частини ТЕС і АЕС.

Експлуатація генераторів.

Керування режимом генератора. Векторна діаграма Потье. Режими недо- і перезбудження генератора. Система збудження. Регулятори збудження. Збудники електромашинні і безмашинні. Підзбудники. Системи охолодження генераторів: воднева, воднево-водяна, водомасляна.

Надійність електропостачання власних потреб як основа надійності енергетичного виробництва.

Власні потреби енергетичного виробництва. Основні групи електроприймачів в установках енергетичного виробництва. Характеристики прокачуючих насосів з електроприводом в залежності від частоти та напруги. Частотне розвантаження. Забезпечення надійності роботи на теплових електростанціях. Типові заходи з забезпечення надійності електропостачання власних потреб на теплових електростанціях. Типова схема живлення власних потреб на ТЕС. Забезпечення надійності роботи на атомних електростанціях. Специфіка роботи АЕС. Проблема залишкового виділення тепла після зупинки реактора. Штатне та аварійне розхолодження реактору. Типові заходи з забезпечення надійності електропостачання власних потреб на теплових електростанціях. Типова схема живлення власних потреб на АЕС.

Основні фактори аварійного ризику на електростанціях. Типові аварії енергетичного виробництва.

Специфіка аварійного ризику на енергетичному виробництві. Вплив дій персоналу на ризик аварій. Забезпечення заходів з протедії або блокування некорректних дій персоналу. Типові аварійні ситуації: відділення електростанції від енергосистеми, перевантаження генераторів, небезпека руйнування турбогенераторів. Лавіна перевантажень і відключень споживачів. Заходи з запобігання та парировання лавіни перевантажень. Лавіна асинхронних режимів. Лавіна частоти. Лавіна перенапруг. Лавіна зниження напруги. Взаємодії між лавінними процесами. Типові заходи з ліквідації наслідків аварій.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. «Паротурбінні та газотурбінні ТЕС»					
Тема 1. Паровий цикл Ренкіна та його удосконалення.	11	4	1		6
Тема 2. Устаткування ТЕС, його характеристики.	10	3	1		6
Тема 3. Поняття про запуск та регулювання турбоагрегату.	10	2	2		6
Тема 4. Екстремальні параметри ТЕС.	10	2	2		6
Тема 5. Бінарні паротурбінні установки.	10	3	1		6
Тема 6. Газотурбінні та дизельні електростанції.	9	2	1		6

Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	60	16	8		36
Змістовний модуль 2. «Парогазові та атомні електростанції»					
Тема 7. Парогазові ТЕС.	12	3	2		7
Тема 8. Атомні електростанції. Атомні реактори.	13	4	2		7
Тема 9. Теплові схеми АЕС та їх аналіз.	12	3	2		7
Тема 10. Радіаційна безпека АЕС.	11	3	1		7
Тема 11. Питання експлуатації елементів електричної частини ТЕС і АЕС	12	3	1		8
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	60	16	8		36
Усього годин	120	32	16		72
Індивідуальне завдання	60	-	16	-	44
Контрольний захід					
Усього годин	180	32	32		116

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок основних параметрів теплової схеми паротурбінної ТЕС	4
2	Розрахунок основних параметрів теплової схеми бінарної паротурбінної ТЕС	3
3	Розрахунок основних параметрів теплової схеми газотурбінної ТЕС	3
4	Розрахунки основних параметрів теплової схеми парогазової ТЕС	3
5	Розрахунки основних параметрів теплової схеми паротурбінної АЕС	3
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

	Разом	
--	--------------	--

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз теплових схем паротурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.	8
2	Особливості конструкцій статорів парових турбін. Двохпоточні корпуси та ступені Баумана.	8
3	Вивчення схем регулювання парових турбін за літературою, зазначеною у літературному списку.	8
4	Аналіз термодинамічних циклів бінарних паротурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.	8
5	Аналіз термодинамічних циклів газотурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.	8
6	Аналіз теплових схем парогазових ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.	8
7	Особливості конструкцій реакторів типів ВВЕР та РВПК.	8
8	Аналіз теплових схем паротурбінних АЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.	8
9	Прилади вимірювання радіаційного випромінювання .	8
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

Робота над виконанням курсову роботу згідно з завдання із курсу: «Теплові та атомні електростанції»

1. Ковалевський В.В. Расчет параметров термодинамического цикла паротурбинной энергоустановки тепловой электростанции.
2. Ковалевський В.В. Расчет параметров термодинамического цикла газотурбинной энергоустановки тепловой электростанции. Харьков, ХАИ, 2006г.
3. Ковалевський В.В. Расчет параметров термодинамического цикла парогазовой энергоустановки тепловой электростанции. Харьков, ХАИ, 2006г.
4. Ковалевський В.В. Расчет параметров термодинамического цикла турбоагрегата паротурбинной атомной электростанции. Харьков, ХАИ, 2006г.
5. Ковалевский В.В. Схеми, графіки, таблиці для расчета основных параметров теплоэнергетического оборудования тепловых и атомных электростанций. Харьков, ХАИ, 2006.

Примітка: Кожен студент виконує одну КР у вигляді домашнього завдання із зазначених вище тем.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних робіт, консультацій з курсової роботи, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Оцінювання знань студентів здійснюється на основі результатів поточного контролю, модульного контролю (іспиту та заліку).

Загальна кількість балів, що може набрати студент під час поточних та модульних контролів, а також під час семестрового контролю дорівнює 100.

За умови виконання студентом всіх видів обов'язкових робіт (практичних, індивідуальних завдань, тощо) сумарна модульна оцінка переводиться у семестрову оцінку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Модульний контроль	20...35	1	20...35
Змістовний модуль 2			
Модульний контроль	20...35	1	20...35
Виконання і захист курсової роботи	20...30	1	20...30
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з трьох теоретичних питань. Максимальна кількість балів за відповідь на кожне теоретичне питання – 33 бали.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: повинні придбати базові професійні знання з питань організації енергетичного виробництва на теплових та атомних електростанціях; принципів побудови та методів розрахунків теплових та атомних електростанцій,

Необхідний перелік вмінь для одержання позитивної оцінки: повинні розуміти загальну конструкцію теплових та атомних електростанцій, конструкцію та склад основних вузлів теплових та атомних електростанцій, основні методики розрахунків теплових та атомних електростанцій.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі практичні роботи та КР. Виказати розуміння базових положень методики виконання розрахунків.

Добре (75 - 89). Засвоїти мінімум знань та умінь, виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи та КР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати розуміння більшості всіх положень методики виконання розрахунків.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Виконати усі завдання, захищати всі практичні роботи та КР в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням прийнятих рішень. Виказати якісне розуміння всіх положень методики виконання розрахунків.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до _30__	до _30__	до _40__	100

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Визначити підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення практичних занять та лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті.

1. Акумулявання енергії [Електронний ресурс] : навч. посіб. / С. В. Сінченко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2019. – 111 с.

2. Белан Н. В., Безручко К. В., Елисеєв В. Б. и др. Бортовые энергосистемы космических аппаратов на основе солнечных и химических батарей. Часть 2 Харьковский авиационный институт, 1992.

3. Безручко К. В., Ковалевский В. В. Расчет ХИТ на основе математических моделей ХАИ, Харьков 1995

4. Выбор параметров и расчет электрохимического генератора. Учеб. Пособ./В. В. Ковалевский\ Харьков, ХАИ, 1983, 112 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Теоретичні основи електрохімічної енергетики [Текст]: підручник / М.Д. Кошель. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 430 с.

2. Солнечные энергосистемы космических аппаратов. Физическое и математическое моделирование / К. В. Безручко, Н. В. Белан, Д. Г. Белов и др. / под ред. С. Н. Конюхова Харьков ХАИ 2000, 515 с.

3. Накопители энергии: Учеб. пособие для вузов/ Д. А. Бут, Б. Л. Алиевский, С. Р. Мизюрин, П. В. Васюкевич; под ред Д. А. Бута. – М.: Энергоатомиздат. 1991.- 400 с.

4. Романов В. В., Хашев Ю. М. Химические источники тока. М.: Сов. радио. 1978. - 264 с.

5. Теньковцев В. В., Центер Б. И. Основы теории и эксплуатации герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов. Л.: Энергоатомиздат, 1985, - 96 с.

6. Металл-водородные электрохимические системы. Теория и практика./ Центер Б. И., Лызлов Н. Ю. Л.: Химия, 1982, 282 с.

7. Коровин Н. В. Электрохимическая энергетика. М.: Энергоатомиздат, 1991,264 с.

8. Энергетические установки космических аппаратов/ С. А. Подшивалов, Э. И. Иванов, Л. И. Муратов и др. Под общ. ред. Д. Д. Невяровского и В. С. Викторова М.: Энергоиздат 1981, 223 с.

9. Инерционные механические энергоаккумулирующие системы / Будник В. С., Свириденко Н. Ф., Кузнецов В. И., Артеменко Н. П., Белан Н. В., Дорофеев В. Г. -Киев: Наук. думка, 1986, 176 с.

10. Грилихес В. А., Матвеев В. М., Полуэктов В. П. Солнечные высокотемпературные источники тепла для космических аппаратов. М.: Машиностроение 1975, 248 с.

Допоміжна

1. ГОСТ 15596-78 Источники тока химические. Термины и определения. Введен с 01.07.1979.

2. Коровин Н. В. Химические источники тока и их применение / Электрохимический справочник. Т. 2, М.: Энергоатомиздат, 1986

3. Кромптон Т. Первичные источники тока: Пер. сангл. - М.: Мир, 1986. - 328 с.

4. Кромптон Т. Вторичные источники тока: Пер. сангл. - М.: Мир, 1986. 304 с.

5. Грилихес В. А., Орлов П. П., Попов Л. Б. Солнечная энергия и космические полеты. М.: Наука 1984, 216 .

6. Ванке В. А. и др. Космические энергосистемы. М.: Машиностроение. 1990. - 144 с.

7. Тимашов С. В. и др. Оптимизация энергетических систем орбитальных пилотируемых станций. Математическое моделирование и выбор рациональных структур. М.: Машиностроение. 1986. - 232 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Каталог продукции. Никель-кадмиевые аккумуляторы [Электрон. ресурс] / ОАО «НИАИ «Источник». – Режим доступа: <http://www.niai.ru/catalog.php?id=10> – 20.12.2018.
2. Сайт ДП «КБ Південне» [Электрон. ресурс] / – Режим доступа: <https://www.yuzhnoye.com/ua/home/> – 20.12.2018.
3. Альтернативні джерела енергії [Электрон. ресурс] / – Режим доступа: <https://hromadske.ua/tags/alternatyvni-dzherela-enerhii> – 20.12.2018.