

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет  
“Харківський авіаційний інститут”

Кафедра космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії (№ 402)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Гарант ОП



Сергій ГУБІН

«    » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Теплові та атомні електростанції**

**Галузь знань:** G «Електрична інженерія»

**Спеціальність:** G4 «Енерговиробництво»

**Спеціалізація:** G4.03 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»

**Освітні програми:** «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2025**

Харків – 2025 рік

Розробник:

старший викладач кафедри  
космічної техніки та нетрадиційних  
джерел енергії (№ 402)



Костянтин В'ЯЗОВИК

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри космічної  
техніки та нетрадиційних джерел енергії

Протокол № \_\_1\_\_ від «28» \_\_серпня\_\_ 2025 р.

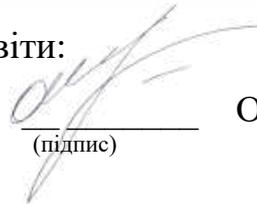
В. о. завідувача кафедри к. т. н., доцент



Юрій ШЕПЕТОВ

Погоджено з представником здобувачів освіти:

\_\_\_\_\_



(підпис)

Олександр ЛІСІН  
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Загальна інформація про викладача

	ПІБ: <u>В'язовик</u> Костянтин Леонідович
	Посада: старший викладач кафедри космічної техніки та нетрадиційних джерел енергії
	Науковий ступінь: -
	Вчене звання: -
	Перелік дисциплін, які викладає: «Випробування нетрадиційних енергетичних установок» «Інформаційно-керуючі системи і комплекси нетрадиційних енергетичних установок» «Екологія та антропогенне навантаження довкілля нетрадиційних енергетичних установок» «Теплові і атомні електростанції» «Системи вимірювання, обліку і керування енерговикористанням» «Ресурсо- і енергозбереження» «Технологія виробництва перетворювачів нетрадиційних енергоустановок»
	Напрями наукових досліджень: - Нетрадиційні джерела енергії; - Альтернативна енергетика.
	Контактна інформація: k.vyazovuk@khai.edu

## 2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	1-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	денна: 4 кредити ЄКТС / 120 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 24; СРЗ – 64)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні (семінарські) заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	-
Кореквізити	«Математичне і фізичне моделювання енергетичних процесів»
Постреквізити	«Практична підготовка»

## 3. Мета та завдання навчальної дисципліни, перелік компетентностей та очікуваних результатів навчання

**Метою навчальної дисципліни є:** 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.

### **Компетентності, які набуваються:**

***Інтегральна компетентність:** Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.*

### **Загальні компетентності (ЗК)**

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

*Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.*

*Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми, проводити дослідження на відповідному рівні, розробляти та управляти проєктами.*

***Спеціальні компетентності:***

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

*Здатність розроблювати, застосовувати та удосконалювати фізичні та математичні моделі, наукові і технічні методи та спеціалізоване програмне забезпечення для вирішення інженерних задач в галузі відновлювальної енергетики, застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки.*

*Здатність застосовувати знання і розуміння фізико-математичних та інженерних наук для розв'язування професійних задач, критично осмислювати проблеми і перспективи розвитку у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та дотичних міждисциплінарних проблем.*

***Програмні результати навчання:***

*Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки для розв'язування складних задач професійної діяльності.*

## 4. Зміст навчальної дисципліни

### Змістовний модуль 1.

#### *Паротурбінні та газотурбінні ТЕС*

##### **ТЕМА 1-2. 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 турбоагрегату. Індксація парових турбін. Особливості конструкції роторів турбін. Лабіринти ущільнення турбін. Котлоагрегати ТЕС. Котли барабанного та прямоточного 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.**

Граничні потужності теплових паротурбінних електростанцій. Забезпечення паливом. Шлако-золовідведення. Шкідливі викиди до атмосфери. Водозабезпечення

##### **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.

### 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, двоконтурна, триконтурна 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 генератору. 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 установах 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 протидії або блокування некоректних дій персоналу. Типові аварійні ситуації: відділення електростанції від енергосистеми, перевантаження генераторів, небезпека

руйнування турбогенераторів. Лавина перевантажень і відключень споживачів. Заходи з запобігань та парирування лавини перевантажень. Лавина асинхронних режимів. Лавина частоти. Лавина перенапруг. Лавина зниження напруги. Взаємодії між лавинними процесами. Типові заходи з ліквідації наслідків аварій.

### **Теми для практичних робіт**

1. Розрахунок основних параметрів теплової схеми паротурбінної ТЕС
2. Розрахунок основних параметрів теплової схеми бінарної паротурбінної ТЕС
3. Розрахунок основних параметрів теплової схеми газотурбінної ТЕС
4. Розрахунки основних параметрів теплової схеми парогазової ТЕС
5. Розрахунки основних параметрів теплової схеми паротурбінної АЕС

### **Теми для самостійної роботи**

1. Аналіз теплових схем паротурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.
2. Особливості конструкцій статорів парових турбін. Двохпоточні корпуси та ступені Баумана.
3. Вивчення схем регулювання парових турбін за літературою, зазначеною у літературному списку.
4. Аналіз термодинамічних циклів бінарних паротурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.
5. Аналіз термодинамічних циклів газотурбінних ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.
6. Аналіз теплових схем парогазових ТЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.
7. Особливості конструкцій реакторів типів ВВЕР та РВПК.
8. Аналіз теплових схем паротурбінних АЕС та складання рівнянь розрахунків їх параметрів.
9. Прилади вимірювання радіаційного випромінювання.

## **5. Індивідуальні завдання**

Робота над виконанням курсової роботи згідно завданню з курсу: «Теплові та атомні електростанції»

1. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу паротурбінної енергоустановки теплової електростанції.
2. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу газотурбінної енергоустановки теплової електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.

3. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу парогазової енергоустановки теплової електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
4. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу турбоагрегату паротурбінної атомної електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
5. Ковалевський В.В. Схеми, графіки, таблиці для розрахунку основних параметрів теплоенергетичного обладнання теплових та атомних електростанцій. Харків, ХАІ, 2006 р.

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

### 6. Методи навчання

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

### 7. 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.

### 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

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

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

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

### ***Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру***

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Мати базові професійні знання з питань організації енергетичного виробництва на теплових та атомних електростанціях; розуміти принципи побудови та методи розрахунків теплових та атомних електростанцій, а також технологічні процеси перетворення енергії.

Необхідний обсяг 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.

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

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

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проєкту

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

## 9. Політика навчального курсу

**Відвідування занять.** Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

**Дотримання вимог академічної доброчесності** здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Вирішення конфліктів.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchidokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

## **10. Методичне забезпечення**

1. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу паротурбінної енергоустановки теплової електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
2. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу газотурбінної енергоустановки теплової електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
3. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу парогазової енергоустановки теплової електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
4. Ковалевський В.В. Розрахунок параметрів термодинамічного циклу турбоагрегату паротурбінної атомної електростанції. Харків, ХАІ, 2006 р.
5. Ковалевський В.В. Схеми, графіки, таблиці для розрахунку основних параметрів теплоенергетичного обладнання теплових та атомних електростанцій. Харків, ХАІ, 2006 р.

## **11.Рекомендована література**

### **Базова**

1. Ковалевський В.В. Теплові та атомні електростанції. Теплосилове обладнання. — Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011.

### **Допоміжна**

1. <https://www.nrc.gov/docs/ml0230/ml023020604.pdf>

## **12. Інформаційні ресурси**

1. <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1>