**Силабус освітнього компонента**
Програма навчальної дисципліни

# Теплові двигуни та нагнітачі

Шифр та назва спеціальності
144 Теплоенергетика

Інститут
ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма
Промислова та комунальна теплоенергетика. Енергетичний менеджмент та енергоефективність

Кафедра
Теплотехніка та енергоефективні технології (123)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Вибіркова, профільна підготовка

Семестр
6

Мова викладання
Українська

## Викладачі, розробники

**Пильов Вячеслав Володимирович**

viacheslav.pylov@khpi.edu.ua
Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніка та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 9 років. Автор понад 50 наукових та навчально-методичних праць. Курси: «Heat Engineering», «Theoretical fundamentals of heat engineering», «Загальна теплотехніка», «Теплові двигуни та нагнітачі».
Детальніше про викладача на сайті кафедри

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу вивчаються принципи дії, варіанти загальної конструкції, конструктивні матеріали та важливі особливості виробництва і експлуатації парових турбін, газотурбінних двигунів, поршневих двигунів внутрішнього згоряння та лопаткових нагнітачів.

### Мета та цілі дисципліни

Метою викладання дисципліни є засвоєння студентами теорії та набуття практичних навичок розрахунку установок продукуючих механічну енергію, без яких є неможливими сучасні енергетика, виробництво і переважна частина транспортних засобів.
Цілями дисципліни є опанування теоретичними знаннями щодо принципів дії, варіантів загальної конструкції, конструктивних матеріалів та важливих особливостей виробництва і експлуатації парових турбін, газотурбінних двигунів, поршневих двигунів внутрішнього згоряння, лопаткових нагнітачів, а також набуття практичних навичок реальних робочих циклів перерахованих агрегатів, проектування головних елементів їх конструкцій, визначення основних показників їх роботи.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

## Компетентності

ІК-1. Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетики у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачає застосування математичних теорій, методів, алгоритмів, інформаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
ЗК-3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
ЗК-4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК-5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК-6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ФК-1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.
ФК-3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
ФК-4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.
ФК-5. 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.
ФК-7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.
ФК-8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.
ФК-11. Здатність забезпечувати якість в теплоенергетичній галузі.

## Результати навчання

ПРН-1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.
ПРН-2. Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика», на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.
ПРН-4. Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
ПРН-5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.
ПРН-7. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.
ПРН-8. Застосовувати передові досягнення електричної інженерії та суміжних галузей при проектуванні об’єктів і процесів теплоенергетики.
ПРН-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.
ПРН-12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
ПРН-13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
ПРН-14. Мати навички розв’язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.
ПРН-15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.

### Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 24 год., практичні заняття – 24год., самостійна робота – 72 год.

### Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка».

### Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Під час практичних занять впроваджено поєднання випереджальної самостійної роботи студентів та роботи в команді, навчання на основі досвіду. Отримані під час практичних занять вміння застосовуються під час виконання індивідуального розрахункового завдання.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ
Предмет курсу. Класифікація теплових двигунів.
Тема 2. Конструктивні особливості турбоустановок та основи їх розрахунку
Конструкція парової турбіни. Трикутники швидкостей. Регенерація, теплофікаційні відбори. Активний турбінний ступінь. Реактивний турбінний ступінь.
Тема 3. Показники роботи турбінних установок
Розширення робочого тіла в турбінному ступені. Дійсні цикли парових турбін Додаткові втрати в ступені. Втрати при обтіканні турбінних решіток. Наявна енергія та відносний лопатковий ККД ступеня.
Тема 4. Підвищення ефективності роботи парових турбін
Особливості роботи багатоступеневих турбін. Турбіни зі ступенями швидкостей. Коефіцієнт повернення теплоти.
Тема 5. Газотурбінні двигуни. Показники роботи ГТД
Реальний цикл ГТД. Оптимальний ступінь підвищення тиску в нагнітачі. Максимальний досяжний теоретичний ККД. Адіабатні, внутрішні ефективні та електричні потужність і ККД. Абсолютна та питомі витрати палива.
Тема 6. Конструкція поршневих двигунів
Принцип дії поршневих двигунів. Історія розвитку двигунобудування. Механізми та системи ДВЗ.
Тема 7. Види ДВЗ. Дійсний цикл поршневого ДВЗ
Основні класифікації ДВЗ. Маркування ДВЗ. Кінематика кривошипно-шатунного механізму. Індикаторна діаграма. Фази, способи організації та динаміка газообміну. Надлишок повітря та шкідливі викиди.
Тема 8. Робочий процес у ДВЗ
Кінетика згоряння в двигунах з вимушеним запаленням та від тиску. Розрахунок робочого процесу за методикою Глаголєва.
Тема 9. Двотактні ДВЗ
Цикл та застосування двотактних ДВЗ. Характеристики та регулювання ДВЗ. Індикаторні та ефективні показники ДВЗ.
Тема 10. Лопаткові нагнітачі
Призначення та системи наддуву. Привідний, газотурбінних, динамічний наддув, хвильові обмінники тиску. Цикл ДВЗ з наддувом. Порівняння карт привідного нагнітача та турбокомпресора з вільним ротором.

### Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунок показників роботи парової турбіни.
Розрахунок циклу роботи парової турбіни. Трикутники швидкостей. Адіабатні, внутрішні ефективні та електричні потужність і ККД. Абсолютна та питомі витрати палива.

Тема 2. Турбіни з активним та реактивним ступенем.
Розрахунок параметрів пари в активному турбінному ступені та його показників. Розрахунок параметрів пари в реактивному турбінному ступені та його показників.
Тема 3. Газотурбінні двигуни
Реальний цикл ГТД. Адіабатні, внутрішні ефективні та електричні потужність і ККД. Абсолютна та питомі витрати палива.
Тема 4. Показники роботи поршневих двигунів
Маркування ДВЗ. Індикаторна діаграма. Надлишок повітря. Індикаторні та ефективні потужність, ККД і питома витрата палива.
Тема 5. Лопаткові нагнітачі
Розрахунок показників роботи нагнітача при стисненні повітря в лопатковому компресорі.

### Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

### Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання. Результат розрахунку оформлюється у вигляді письмового звіту.
Студентам рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях, підготовки до практичних занять.
.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1 Теорія та розрахунок парових і газових турбін : навч. посіб. / Г. Ф. Романовський та ін. ; Український держ. морський технічний ун-т ім. Макарова. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. - 292 с.
2 Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни / Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. – К. : Арыстей, 2005. – 476 с.
3 Герасимов Г. Г. Нагнітачі та теплові двигуни : навч. посіб. / Г. Г. Герасимов. – Рівне : НУВГП, 2012. – 552 с.

### Додаткова література

1 Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6 томах / ред.: А. П. Марченко, А. Ф. Шеховцов. – Харків : Прапор, 2004.
2 Конструктивна будова головних газотурбінних агрегатів : учбовий посібник / В. Д. Левенберг, В. М. Патлайчук ; Український держ. морський технічний ун-т. - Миколаїв, 1998. - 59 с.
3 Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія : підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П. Марченка. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2008. – 488 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%), оцінювання індивідуального розрахункового завдання (20%), та поточного оцінювання (40%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії і розв'язання задачі) та усна доповідь.
Поточне оцінювання: 2 онлайн контрольні роботи (по 20%).

### Шкала оцінювання

| Сума балів | Національна оцінка | ECTS |
|---|---|---|
| 90–100 | Відмінно | A |
| 82–89 | Добре | B |
| 75–81 | Добре | C |
| 64–74 | Задовільно | D |
| 60–63 | Задовільно | E |
| 35–59 | Незадовільно (потрібне додаткове вивчення) | FX |
| 1–34 | Незадовільно (потрібне повторне вивчення) | F |

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/

## Погодження

Силабус погоджено 15.06.2023 Завідувач кафедри
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023 Гарант ОП
Ольга КРУГЛЯКОВА